

MAKALAH SEMINAR TUGAS AKHIR

AUDIOMETER BERBASIS *SOUNDCARD* PADA KOMPUTER PRIBADI

Syaiful Bahtiar*, Iwan Setiawan**, R. Rizal Isnanto**

Abstrak – Selama ini audiometer yang digunakan untuk memeriksa tingkat ketulian telinga manusia adalah yang berjenis konvensional. Jenis ini memiliki kelemahan dalam hal penggambaran grafik pada hasil pemeriksaan (audiogram) yang masih manual, dan tingkat akurasi penggambaran yang rendah. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian dengan pembuatan audiometer yang mampu menampilkan, menyimpan, dan mencetak data pasien beserta bentuk audiogram hasil pemeriksaannya.

Penelitian ini dilakukan dengan analisis audiogram yang merupakan salah satu metode pemeriksaan pasien. Proses pemeriksaan audiometer dimulai dari pemeriksaan pasien penentuan tingkat ketulian, penggambaran grafik intensitas dan frekuensi, dan pembacaan audiogram, hingga analisis untuk menentukan apakah pasien mengalami gangguan pendengaran. Program yang digunakan untuk membuat seluruh proses pemeriksaan audiometer adalah Delphi 5.0.

Dari hasil penelitian telah dapat dihasilkan perangkat audiometer berbasis *soundcard* pada komputer pribadi yang lebih praktis, efektif, efisien, dan memiliki kemampuan menampilkan dan mencetak hasil pemeriksaan dalam bentuk grafik intensitas dan frekuensi yang dapat menentukan tingkat ketulian manusia. Pembangkitkan frekuensi suara pada audiometer berbasis *soundcard* pada komputer pribadi berkisar antara frekuensi 20 Hz – 20000 Hz.

Kata-kunci : Audiometer, *soundcard*, frekuensi suara, intensitas suara.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemeriksaan tingkat ketulian telinga manusia menggunakan alat audiometer dilakukan oleh seorang operator dengan cara mengatur beberapa kombinasi nilai intensitas dan frekuensi, kemudian kombinasi nilai intensitas dan frekuensi tersebut dikirim satu persatu dalam bentuk sinyal listrik ke *earphone* agar mampu diubah menjadi bentuk bunyi. *Earphone* dipasang di kedua telinga pasien, apabila pasien mendengar bunyi dari tiap-tiap bunyi yang diperdengarkan maka pasien tersebut diharuskan mengangkat tangannya sebagai pertanda mendengar, dan pada saat itu pula operator memberi tanda pada sebuah kartu hasil pemeriksaan yang disebut audiogram. Untuk selanjutnya pemeriksaan dengan cara seperti ini akan disebut sebagai pemeriksaan menggunakan audiometer konvensional.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah Pembuatan perangkat keras yaitu bagian rangkaian tombol pasien, pembuatan perangkat lunak audiometer yang mampu menampilkan, menyimpan, dan mencetak data pasien beserta bentuk audiogram hasil pemeriksaannya.

1.3 Pembatasan Masalah

1. Pemanfaatan *soundcard* pada komputer pribadi untuk perancangan audiometer.
2. Penelitian ini tidak membahas arsitektur rangkaian internal *soundcard*.
3. Pembangkitan frekuensi dilakukan oleh komponen ToneGen pada Delphi. Dalam penelitian ini proses pengukuran, pembangkitan frekuensi maupun tingkat akurasi frekuensi yang dibangkitkan terakurat tidak dibahas.
4. Program bantu yang digunakan adalah Delphi 5.0.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Anatomi Telinga

Pada manusia, telinga merupakan organ untuk pendengaran dan menjaga keseimbangan tubuh yang terdiri atas telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam^[18]. Ketiga bagian telinga tersebut saling berkaitan untuk menkonversi sinyal atau gelombang bunyi yang masuk ke dalam telinga^[8].

Pada daun telinga terdapat beberapa tulang rawan, yaitu *heliks*, lipatan *antiheliks*, *antiheliks*, *lobulus*, *preaurikular*, *skin tag preaurikular*, *tragus*, dan *antitragus*. Tulang rawan yang berlapis dengan kulit berfungsi untuk mengumpulkan gelombang bunyi yang akan disalurkan melalui liang telinga. Pada liang telinga terdapat *wax*, berfungsi untuk meningkatkan kepekaan frekuensi bunyi (3000 Hz – 4000 Hz) ke telinga tengah^[9].

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^[1].

2.3 Audiometer

Audiometer adalah alat elektronik pembangkit bunyi dalam intensitas dan frekuensi tertentu, yang dipergunakan untuk mengukur tingkat ambang pendengaran seseorang. Ambang pendengaran ialah bunyi terlemah.

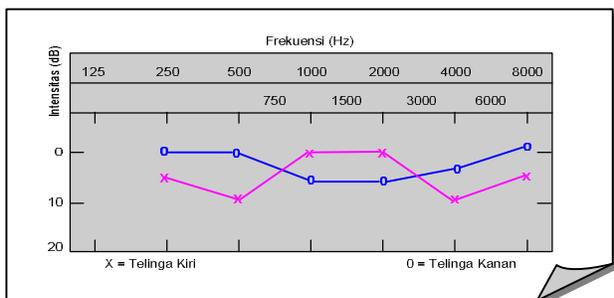
* Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

** Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP

Pada audiometer sistem manual, proses pemeriksaan dilakukan dengan cara memilih berbagai intensitas dan frekuensi melalui penekanan tombol untuk diperdengarkan terhadap pasien menggunakan sepasang *earphone*, kemudian pasien akan mengacungkan tangan sebagai tanggapan mendengar bunyi [9].

Seperti diperlihatkan pada Gambar 2.1, ketika pasien mengacungkan tangan sebagai tanggapan mendengar bunyi maka operator memberi tanda pemeriksaan pada sebuah kartu hasil pemeriksaan yang disebut audiogram. Pada audiogram terdapat tingkat bunyi dalam intensitas 0 dB – 20 dB dan frekuensi 125 Hz – 8000 Hz [1].

Menggunakan audiometer akan dapat ditentukan tingkat gangguan pendengaran dan tindakan selanjutnya. Jika gangguan pendengaran disebabkan kelainan bawaan pada telinga luar atau pada telinga tengah maka untuk dapat mendengar digunakan alat bantu pendengaran. Pada tingkat penderita gangguan pendengaran dikelompokkan pada beberapa intensitas, yaitu tuli ringan (30 dB – 40 dB), tuli sedang (40 dB – 60 dB), tuli berat (60 dB – 90 dB), dan tuli sangat berat lebih dari 90 dB. Sedangkan intensitas ambang pendengaran normal adalah 0 dB – 30 dB [11].

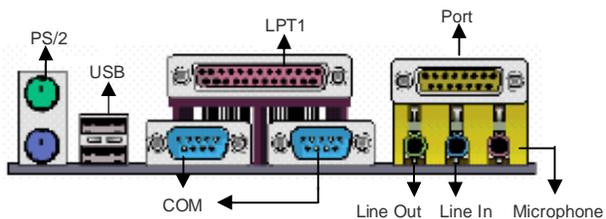


Gambar 2.1 Audiogram pemeriksaan secara manual [1]

2.4 Port Masukan-Keluaran (I/O)

Seperti diperlihatkan pada Gambar 2.2, Port I/O merupakan bagian dari sistem komputer pribadi untuk menerima maupun mengeluarkan data yang diproses oleh mikroprosesor.

Ada dua cara transfer data pada port I/O *personal Computer* (PC), yaitu secara serial menggunakan fasilitas port PS/2, port USB, dan port COM, sedangkan secara paralel menggunakan fasilitas port LPT1.



Gambar 2.2 Unit port I/O pada PC

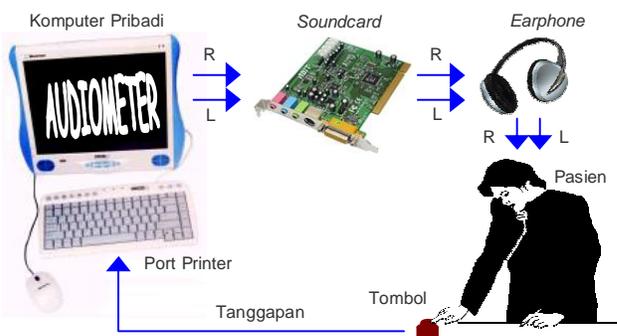
2.6 Soundcard

Secara umum, *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.

III. PERANCANGAN ALAT

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Secara garis besar blok diagram perancangan yang dijadikan sebagai penelitian adalah seperti diperlihatkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok diagram rancangan

Blok diagram rancangan terdiri atas lima bagian yang masing-masing adalah :

1. Komputer Pribadi, yaitu sistem yang berfungsi untuk mengontrol dan mengolah data.
2. *Soundcard*, yaitu piranti yang mengolah sinyal pada berbagai intensitas dan frekuensi.
3. *Earphone*, yaitu piranti yang mengkonversikan sinyal pada berbagai intensitas dan frekuensi menjadi bunyi.
4. Tombol, yaitu piranti yang mengindikasikan tanggapan pasien ketika mendengar bunyi pada berbagai intensitas dan frekuensi.
5. Pasien, yaitu berfungsi sebagai objek yang mendengar bunyi pada berbagai intensitas dan frekuensi.

3.2 Tuntutan Perancangan

Dalam penelitian ini diharapkan akan dihasilkan rancangan sesuai dengan tuntutan perancangan, yaitu :

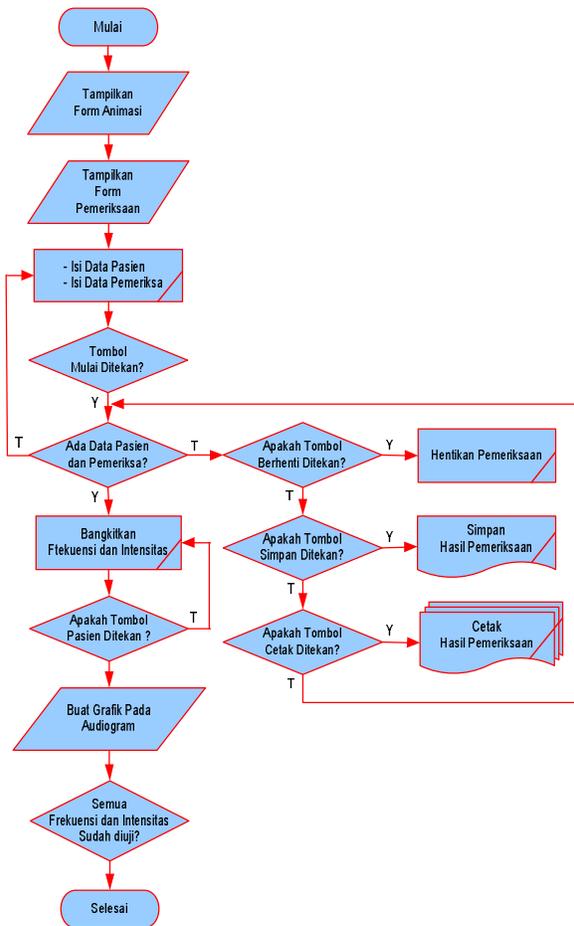
1. Dapat membangkitkan bunyi pada intensitas 0 dB – 100 dB dan frekuensi 20Hz – 20000 Hz.
2. Bentuk grafik yang ditampilkan sesuai dengan keadaan nilai intensitas dan frekuensi yang dibangkitkan.
3. Ketika tombol ditekan maka bunyi pada intensitas dan frekuensi pindah ke nilai berikutnya.
4. Untuk keperluan dokumentasi maka hasil pemeriksaan dapat ditampilkan, disimpan, dan dicetak.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak (program) terdiri atas kumpulan instruksi-instruksi yang berstruktur. Berdasarkan pada program yang telah dibuat maka komputer pribadi dapat mengerjakan suatu aksi yang sesuai dengan aplikasi program.

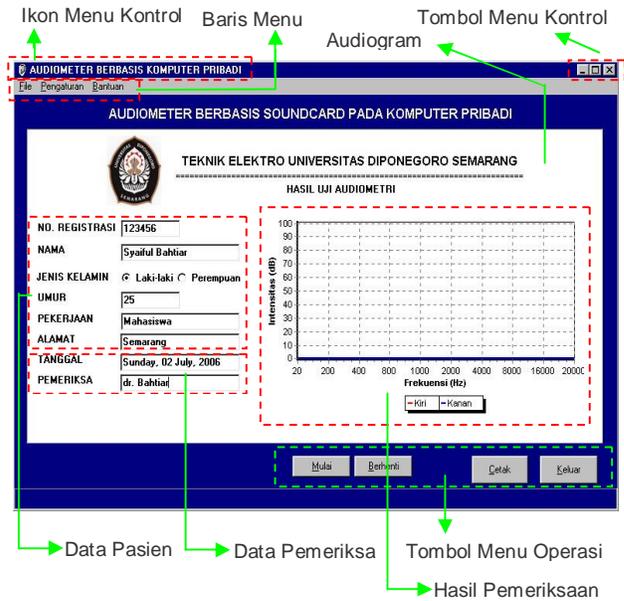
Seluruh tahap kegiatan yang tercakup dalam pembuatan program untuk aplikasi audiometer adalah menganalisis kebutuhan, perancangan, dan algoritma dalam bentuk diagram alir pemrograman sebagai solusi dari suatu permasalahan.

Seperti diperlihatkan pada Gambar 3.2, diagram alir pemrograman berguna untuk memahami tahapan yang harus dilakukan dalam merangkai instruksi-instruksi sehingga dapat diketahui tujuan eksekusi pada saat program dijalankan.



Gambar 3.2 Diagram alir pemrograman

Agar mempermudah operator untuk dapat berinteraksi dengan program yang dibuat, maka audiometer yang dirancang terdiri atas beberapa bagian menu yang terdapat pada *form* pemeriksaan. Sebagai fasilitas pendukung sistem pengoperasian, yaitu Ikon Menu Kontrol, Baris Menu, Tombol Kontrol, dan Tombol Operasi. Gambar 3.3 memperlihatkan tampilan *form* pemeriksaan.



Gambar 3.3 Tampilan *form* pemeriksaan

Sebagian fungsi pada ikon menu kontrol memiliki kesamaan dengan tombol menu kontrol, yaitu *Minimize* (–), *Maximize* (☰), and *Close* (×). Fungsi masing-masing submenu adalah :

1. Submenu *Minimize*, berfungsi untuk memperkecil *form* pemeriksaan dalam bentuk *icon* yang aktif.
2. Submenu *Maximize*, berfungsi untuk memperbesar *form* pemeriksaan menjadi satu layar penuh.
3. Submenu *Close*, berfungsi untuk menutup *form* pemeriksaan dan sekaligus keluar dari program aplikasi.

Baris Menu memiliki beberapa menu, yaitu **File**, **Pengaturan**, dan **Bantuan**. Pada menu **File** terdiri dari enam submenu, yaitu :

1. Submenu **Baru**, berfungsi untuk menampilkan *form* pemeriksaan yang terbaru.
2. Submenu **Buka**, berfungsi untuk membuka *form* pemeriksaan yang berada di berkas dokumen.
3. Submenu **Simpan**, berfungsi untuk menyimpan *form* pemeriksaan ke berkas dokumen.
4. Submenu **Tampil**, berfungsi untuk menampilkan hasil audiogram pemeriksaan yang akan dicetak.
5. Submenu **Cetak**, berfungsi untuk mencetak audiogram pemeriksaan melalui mesin pencetak.
6. Submenu **Keluar**, berfungsi untuk menutup *form* pemeriksaan dan keluar dari program aplikasi audiometer.

3.4 Tombol Pasien

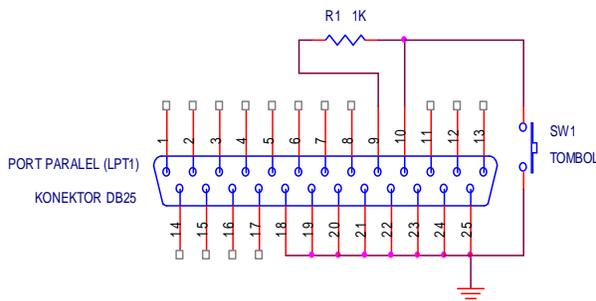
Untuk menghubungkan tanggapan pendengaran pasien terhadap bunyi yang dibangkitkan pada intensitas 0 dB – 100 dB dan frekuensi 20 Hz – 20000 Hz adalah menggunakan tombol. Kedua pin tombol

dihubungkan ke port paralel melalui jalur data (pin 10) dan *ground* (pin 18 – 25).

```
begin
asm
mov dx,$37a
mov al,$ff
out dx,al
mov dx,$378
in al,dx
mov data_dari_port,al
mov dx,$378
mov al,$FF
out dx,al
mov dx,$37A
mov al,$0F
out dx,al
mov dx,$379
in al,dx
and al,$40
mov data_dari_port,al
end;
if not then Detected:=true;
end;
```

Seperti diperlihatkan pada Gambar 3.4, ketika tombol tidak ditekan maka keadaan pin 10 adalah nilai logika tinggi karena terdapat *pull up resistance* yang menghubungkan pin 9 dan 10. Demikian pula pada saat tombol ditekan maka pin 10 mendapatkan umpan nilai logika rendah karena terhubung singkat dengan *ground*.

Secara internal, nilai logika tinggi atau logika rendah yang diumpankan ke port paralel akan berbalik keadaan, karena pada antarmuka port paralel terdapat rangkaian *inverted*. Kemudian nilai logika tinggi atau logika rendah tersebut adalah sebagai data informasi pada komputer pribadi bahwa ada atau tidaknya respon bunyi yang diperdengarkan oleh pasien.



Gambar 3.4 Rangkaian komunikasi dengan port paralel

IV. HASIL PENELITIAN

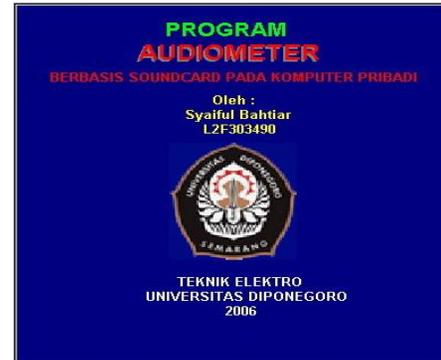
Hasil penelitian yang dibahas mulai dari tampilan animasi, tampilan *form* pemeriksaan, kalibrasi, pengujian instrument pada pasien.

4.1 Tampilan Animasi

Animasi dibentuk sebagai tampilan yang bersifat animasi berupa proses penciptaan efek gerak atau efek perubahan bentuk yang terjadi selama beberapa orde waktu. Tampilan animasi adalah sebagai informasi

secara visual kepada operator bahwa program untuk aplikasi audiometer dapat diaktifkan.

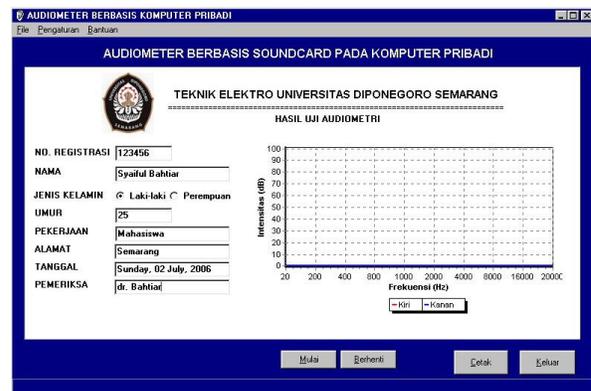
Ketika program diaktifkan maka *form* animasi untuk ditampilkan terlebih dahulu dalam orde waktu dua detik dan kemudian berpindah ke subprogram untuk menampilkan sebuah *form* yang berikutnya yaitu *form* pemeriksaan. Gambar 4.1 memperlihatkan tampilan animasi.



Gambar 4.1 Tampilan animasi

4.2 Tampilan Form Pemeriksaan

Tampilan berikutnya adalah *form* pemeriksaan yang berfungsi sebagai antarmuka program untuk aplikasi audiometer. Gambar 4.2 memperlihatkan tampilan *Form* pemeriksaan yang memudahkan operator dalam mengoperasikan program audiometer berbasis *soundcard* pada komputer pribadi.



Gambar 4.2 Tampilan *form* pemeriksaan

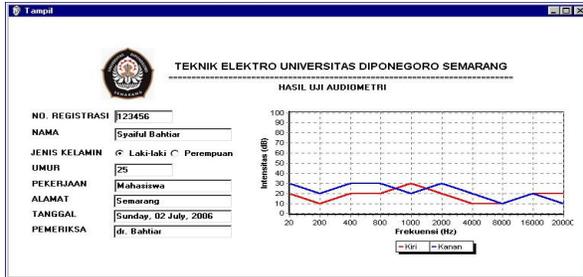
Sebagian fungsi pada ikon menu kontrol memiliki kesamaan dengan tombol menu kontrol, yaitu *Minimize* (-), *Maximize* (☐), dan *Close* (x). Fungsi masing-masing submenu adalah :

1. Submenu *Minimize*, berfungsi untuk memperkecil *form* pemeriksaan dalam bentuk *icon* yang aktif.
2. Submenu *Maximize*, berfungsi untuk memperbesar *form* pemeriksaan menjadi satu layar penuh.
3. Submenu *Close*, berfungsi untuk menutup *form* pemeriksaan dan sekaligus keluar dari program aplikasi.

Baris Menu memiliki beberapa menu, yaitu **File, Pengaturan, dan Bantuan**. Pada menu **File** terdiri atas enam submenu, yaitu :

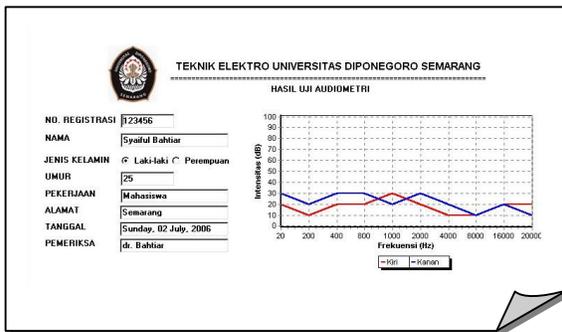
1. Submenu **Baru**, berfungsi untuk menampilkan *form* pemeriksaan yang terbaru.
2. Submenu **Buka**, berfungsi untuk membuka *form* pemeriksaan yang berada di berkas dokumen.
3. Submenu **Simpan**, berfungsi untuk menyimpan *form* pemeriksaan ke berkas dokumen.
4. Submenu **Tampil**, berfungsi untuk menampilkan hasil audiogram pemeriksaan yang akan dicetak.

Gambar 4.3 *Form* tampil yang akan dicetak.



Gambar 4.3 *Form* tampil

5. Submenu **Cetak**, berfungsi untuk mencetak audiogram pemeriksaan melalui mesin pencetak. Bagian yang dicetak tersebut adalah audiogram yang merupakan sebagai bukti hasil pemeriksaan. Pada audiogram juga terdapat informasi data pasien dan data pemeriksa, Gambar 4.4 Audiogram hasil pemeriksaan.



Gambar 4.4 Audiogram hasil pemeriksaan

4.3 Kalibrasi

Kalibrasi dimaksudkan sebagai tindakan untuk menyesuaikan bunyi yang dibangkitkan oleh audiometer, sehingga sesuai dengan ketentuan atau kebutuhan pemeriksaan. Bunyi yang dibangkitkan terdiri atas dua parameter, yaitu intensitas dan frekuensi.

Untuk mengetahui seberapa besar penyimpangan bunyi dalam intensitas yang dibangkitkan oleh audiometer adalah dengan melakukan pengukuran menggunakan *sound level meter*. Pada penelitian ini digunakan *sound level meter* Rion NL-14. Gambar 4.5 memperlihatkan alat ukur *sound level meter* Rion NL-32.



Gambar 4.5 Alat ukur *sound level meter* Rion NL-32

Prosedur yang harus dilakukan sebelum melakukan pengukuran. Kalibrasi audiometer dengan *sound level meter* dilakukan dalam ruangan kedap suara, dengan tujuan untuk memperkecil pengaruh kebisingan yang ditimbulkan oleh lingkungan sekitar.

Pengukuran dilakukan dengan cara menempelkan permukaan *earphone* pada mikrofon yang dimiliki oleh *sound level meter*. Sinyal listrik yang dikonversikan menjadi energi bunyi dalam intensitas dan frekuensi tertentu melalui *earphone* diterima oleh mikrofon sebagai tekanan udara berupa bunyi untuk dikonversikan menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik tersebut merupakan besaran analog yang dikonversikan menjadi digital untuk ditampilkan pada layar *sound level meter*.

4.4 Pengujian

Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui kesesuaian perangkat lunak yang dirancang dengan *soundcard* pada komputer pribadi. Jika kinerja audiometer telah berfungsi sesuai dengan tuntutan perancangan, tahap selanjutnya adalah pengukuran intensitas dilakukan sebanyak lima kali pada tiap sampel yang dicuplik. Hasil pengukuran dalam format tabel.

Pengukuran intensitas dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

1. Mengatur durasi intensitas dalam orde 10 detik, dimaksudkan untuk memperlambat waktu tanggapan stimulus pada setiap intensitas.
2. Mengatur intensitas, dimaksudkan bahwa tanggapan stimulus yang diterima berada di daerah intensitas yang telah ditentukan.
3. Proses kalibrasi intensitas menggunakan frekuensi 1000 Hz.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran intensitas

Intensitas (dB)	Sound Level Meter (dB)						Rerata (dB)	Selisih (%)
	10,09	10,10	10,10	10,09	10,09	10,09		
10	10,09	10,10	10,10	10,09	10,09	10,09	10,092	0,92
20	20,08	20,10	20,09	20,09	20,10	20,092	20,092	0,46
30	30,09	30,10	30,08	30,09	30,10	30,092	30,092	0,306
40	40,10	40,10	40,09	40,10	40,09	40,096	40,096	0,24
50	50,08	50,09	50,10	50,09	50,10	50,092	50,092	0,184
60	60,10	60,09	60,08	60,10	60,09	60,092	60,092	0,153
70	70,09	70,10	70,10	70,09	70,10	70,096	70,096	0,137
80	80,09	80,10	80,09	80,09	80,10	80,094	80,094	0,117
90	90,10	90,09	90,10	90,09	90,09	90,094	90,094	0,104
100	100,08	100,09	100,08	100,08	100,08	100,08	100,08	0,084
Rerata Selisih 0,2669 %								

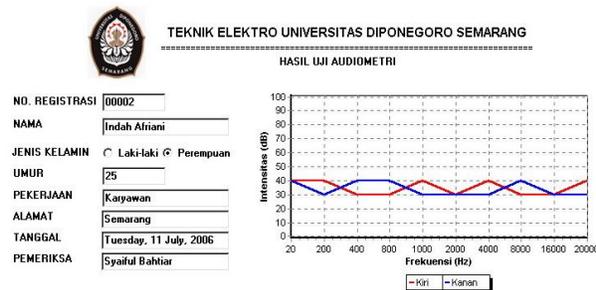
Pengukuran frekuensi telah ditetapkan oleh komponen ToneGen yang terdapat dalam Delphi dan frekuensi yang sudah divalidasi antara 20 Hz – 20000 Hz. Untuk nilai-nilai diluar kisaran nilai tersebut akan dibulatkan ke atas atau ke bawah nilai-nilai yang bersesuaian dengan kisaran tersebut^[19].

4.5 Hasil Pengujian Pasien Secara Simulatif

Pengujian dilakukan melalui penaikan intensitas (dB). Dalam hal ini jika pasiennya tidak mendengar pada salah satu nilai intensitas maka audiometer secara otomatis akan meningkat nilai intensitas sebesar 10 dB, dengan maksimal intensitas sebesar 100 dB pada frekuensi 20 Hz. Tetapi bila belum terdengar oleh pasien maka frekuensi ditingkatkan secara otomatis sebesar 200 Hz dengan intensitas 10 dB – 100 dB dan seterusnya. Proses pengujian dianggap selesai jika frekuensi sebesar 20000 Hz telah diujikan kepada pasien.

Pengujian yang dilakukan disini bersifat simulatif dalam artian pasien yang diuji bukan betul-betul pasien yang mengalami gangguan pendengaran tertentu. Namun pengujian dilakukan dengan tujuan menghasilkan hasil audiogram sesuai dengan gangguan pendengaran yang diharapkan. Alasan dilakukan pengujian simulatif adalah karena sulitnya menemui pasien dengan gangguan pendengaran sesuai dengan teori yang diberikan. Dengan demikian data pasien pada tampilan bukan merupakan data sesungguhnya.

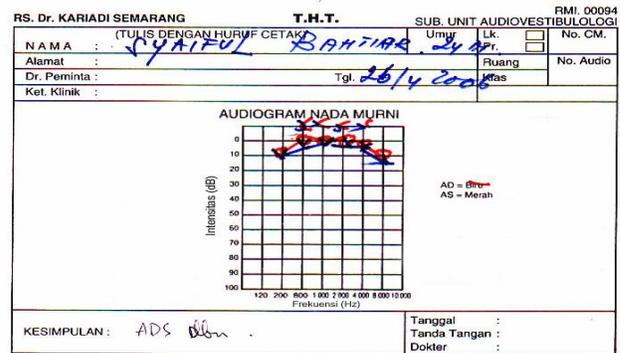
Pengujian pasien secara simulatif yang dianggap mempunyai gangguan pendengaran yaitu tuli ringan menurut teoritis^[11], dapat ditunjukkan audiogramnya pada Gambar 4.6. Gangguan pendengaran tuli ringan memiliki kisaran intensitas dari 30 dB sampai dengan 40 dB.



Gambar 4.6 Audiogram gangguan pendengaran tuli ringan

Audiometer berbasis *soundcard* pada komputer pribadi sangat memudahkan operator dan pasien karena pada audiometer ini bersifat praktis, efektif, dan efisien jika dibandingkan dengan penggunaan audiometer konvensional. Bersifat praktis berarti perangkat ini dapat digunakan dimana saja, efektif dari hasil pengujian tingkat keakurasian penggambaran grafik dan tingkat keberhasilan lebih tinggi, serta efisien dari segi waktu pemeriksaan lebih cepat. Selain itu juga ditinjau dari segi sosial dan ekonomi, hasil pengembangan audiometer ini diharapkan mampu meminimalkan harga jual, biaya perawatan, dan biaya perbaikan jika dibandingkan dengan audiometer konvensional yang pada umumnya merupakan produk impor.

Proses pemeriksaan tingkat ketulian telinga manusia menggunakan audiometer konvensional dengan cara mengatur beberapa kombinasi nilai intensitas dan frekuensi selanjutnya dikirim satu persatu dalam bentuk sinyal listrik ke *earphone* agar mampu diubah menjadi bentuk bunyi. *Earphone* dipasang di kedua telinga pasien, apabila pasien mendengar bunyi dari tiap-tiap bunyi yang diperdengarkan maka pasien tersebut diharuskan mengangkat tangan apabila telinga kanan yang mendengar maka pasien mengangkat tangan kanannya, dan apabila telinga kiri yang mendengar maka pasien mengangkat tangan kirinya, pada saat itu pula operator memberi tanda pada sebuah kartu hasil pemeriksaan yang disebut audiogram. Gambar 4.7 memperlihatkan hasil audiogram konvensional.



Gambar 4.7 Audiogram audiometer konvensional

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian adalah

1. Telah dapat dikembangkan perangkat audiometer berbasis *soundcard* pada komputer pribadi yang memiliki kemampuan menampilkan dan mencetak hasil pemeriksaan dalam bentuk grafik intensitas dan frekuensi yang dapat menentukan tingkat ketulian manusia.

2. Pemeriksaan dengan menggunakan audiometer berbasis *soundcard* pada komputer pribadi lebih praktis, efektif, dan efisien jika dibandingkan dengan penggunaan audiometer konvensional.
3. Peningkatan frekuensi pada audiometer berbasis *soundcard* pada komputer pribadi berkisar antara 20 Hz – 20000 Hz.

5.2 Saran

Beberapa saran yang didapat untuk pengembangan hasil penelitian adalah

1. Hasil pemeriksaan hanya dalam bentuk grafik memerlukan waktu yang relatif lama untuk dianalisis, maka dapat dikembangkan dengan menambahkan sistem pengolahan data yang dapat menginformasikan hasil pemeriksaan secara tertulis berdasarkan klasifikasi tingkat intensitas dan frekuensi.
2. Penggunaan satu unit komputer pribadi memerlukan waktu yang lama jika data yang diuji relatif banyak, maka dapat dikembangkan penelitian menggunakan sistem jaringan sehingga dapat mentransfer dan mengakses data pada masing-masing unit komputer.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gabriel, J.F., *Fisika Kedokteran*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 1996.
- [2] Hakim, R., *Mengenal Sistem Komputer*, Penerbit PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 1995.
- [3] Hall, D V., *Microprocesor and Interfacing*, Glencoe Division of Mac Milan/Mc Graw Hill School Publishing Company, New York, 1992.
- [4] Kadir, A., *Dasar Pemrograman Delphi 5.0 (Jilid 1)*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2003.
- [5] Khandpur, R.S., *Handbook Of Biomedical Instrumentation*, Tata McGraw Publishing company Limited, New delhi, 1997.
- [6] Martina, I., *Belajar Delphi 5.0*, Penerbit PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2000.
- [7] Simanjuntak, H., *Dasar-Dasar Mikroprosesor*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 2001.
- [8] Soepardi, E.A., Iskandar, N., *Buku Ajar Ilmu Kesehatan*, Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta, 2002.
- [9] Rukmini, S., Herawati, S., *Teknik Pemeriksaan Telinga Hidung Tenggorok*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 2000.
- [10] Sudono, A., *Memfaatkan Port Printer Menggunakan Delphi*, Penerbit Smart Books, 2004.
- [11] Susanto, H., *Audiologi*, www2.rnw.nl/rnw/id/tema/pengetahuan/audiologi.html, Oktober 2005.
- [12] Sutanto, B., *Bahasa Pemrograman dan Aplikasi Mikrokomputer*, <http://alds@stts.edu/appnote>, Agustus 2005.
- [13] Widyatmo, A., Eduard, H., Fendy., 1996, *Belajar Mikroprosesor dan Mikrokontroler Melalui Komputer PC*, Penerbit PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [14] ---, *Gejala Akustik (Intensitas Dan Taraf Intensitas Bunyi)*, <http://free.vlsm.org/sponsor/Sponsor-Pendamping/Praweda/fisika/>, April 2006.
- [15] ---, *Hilang Pendengaran atau Tuli*, <http://www.infokes.com/oday/artikelview.html>, Oktober 2000.
- [16] ---, *Standard deviation*, http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_deviation, April 2006.
- [17] ---, *Soundcard tips and facts*, <http://www.epanorama.net>, Agustus 2002.
- [18] ---, *Telinga, Hidung & Tenggorokan*, www.medicastore.com, April 2006.
- [19] ---, *TToneGen*, www.alan-warriner.co.uk, Oktober 2005.



Syaiful Bahtiar (L2F303490)
Lahir di Pemalang, 24 Oktober 1981.
Mahasiswa Teknik Elektro Ekstensi
2003, Konsentrasi Elektronika dan
Telekomunikasi, Universitas
Diponegoro.
Email : iful_99@yahoo.com

Menyetujui dan Mengesahkan

Pembimbing I

Iwan Setiawan, S.T., M.T.

NIP. 132 283 183

Tanggal.....

Pembimbing II

R. Rizal Isnanto, S.T., M.M., M.T.

NIP. 132 288 515

Tanggal.....