

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bunyi adalah gelombang longitudinal, hasil dari suatu getaran yang dapat merangsang indra pendengaran (Sherwood, 2007). Gelombang bunyi (akustik) termasuk gelombang mekanik, sehingga perlu media untuk perambatannya, baik gas, cair atau benda padat. Kecepatan perambatan gelombang bunyi di dalam zat padat lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan di dalam gas atau udara. Jika frekuensi bunyi semakin besar, maka kecepatan rambat bunyi akan semakin tinggi (Barret, 2011).

Pendengaran adalah persepsi saraf mengenai energi bunyi. Pendengaran merupakan indra mekanoreseptor. Telinga memberikan respon terhadap getaran mekanik gelombang bunyi yang terdapat di udara (Guyton, 2003). Bunyi yang didengar telinga manusia mengalami perubahan dari sinyal akustik yang bersifat mekanik menjadi sinyal listrik yang diteruskan saraf pendengaran ke otak. Proses mendengar tentunya tidak lepas dari organ pendengaran manusia yakni telinga (Giancoli, 2001).

Seseorang menerima bunyi berupa getaran pada gendang telinga dalam daerah frekuensi pendengaran manusia. Getaran tersebut dihasilkan dari sejumlah variasi tekanan udara yang dihasilkan oleh sumber bunyi dan dirambatkan ke medium sekitarnya, yang dikenal sebagai medan akustik. Telinga manusia mampu mendengar



bunyi dengan frekuensi dari 20 Hz sampai 20.000 Hz. Bunyi suara pria dalam percakapan normalnya sekitar 120 Hz sedangkan wanita mencapai 250 Hz (Gabriel, 1996).

Telinga terdiri atas tiga bagian dasar, yaitu telinga bagian luar, telinga bagian tengah dan telinga bagian dalam. Setiap bagian telinga bekerja dengan tugas khusus untuk mendeteksi dan menginterpretasikan bunyi. Setiap bagian telinga terdapat permasalahan yang mengganggu tugas dari masing-masing bagian telinga.

Gangguan pendengaran bisa terjadi pada setiap bagian telinga, gangguan yang umum adalah gangguan pada membran timpani atau gendang telinga. Membran timpani atau gendang telinga, memiliki ketebalan sekitar 0.1 cm dan luas sekitar 65 mm². Membran timpani ini menyalurkan getaran di udara ke tulang-tulang kecil telinga tengah. Bunyi yang masuk 99,9% mengalami refleksi dan hanya 0,1% saja yang ditransmisi/diteruskan. Membran timpani bersifat “elastis” ketika menerima frekuensi kurang dari 400 Hz sedangkan pada frekuensi lebih dari 4.000 Hz membran timpani akan menegang (Gabriel, 1996).

Alat untuk mengetahui keadaan dalam membran timpani, misalnya ada cairan, gangguan rangkaian tulang pendengaran, kekakuan dan kelenturan membran timpani adalah timpanometer (Shahnaz dan Bork, 2008). Prinsip kerjanya dengan memasukkan alat pemeriksaan (*probe*) ke dalam liang telinga yang memancarkan nada dengan frekuensi 220 Hz, alat lainnya mendeteksi respon dari membran timpani terhadap nada tersebut. Secara bersamaan, *probe* yang menutupi liang telinga menghadirkan berbagai jenis tekanan udara. Tekanan udara positif, kemudian

tekanan udara negatif masuk ke dalam liang telinga, jumlah energi yang dipancarkan berhubungan langsung dengan *compliance* (Campbell dan Peck, 2008). *Compliance* menunjukkan jumlah mobilitas di telinga tengah. Sebagai contoh, lebih banyak energi yang kembali ke alat pemeriksaan, lebih sedikit energi yang diterima oleh membran timpani. Keadaan tersebut menggambarkan suatu *compliance* yang rendah. *Compliance* yang rendah menunjukkan kekakuan atau obstruksi pada telinga tengah. Data-data yang didapat menunjukkan bahwa kurva pengukuran mobilitas membran timpani. Kondisi telinga normal, kurva yang timbul menyerupai gambaran lonceng (Hidayat, 2009).

Salah satu penelitian mengenai timpanometri adalah Timpanogram pada anak usia 1 sampai 5 tahun yang telah dilakukan oleh Kusmardiani dkk (2017), penelitian ini dilakukan pada 90 anak, 45 laki laki dan 45 perempuan dengan perlakuan yang sama menggunakan timpanometri. Penelitian ini mengukur volume saluran telinga/Vea (mL), *compliance* (mL), tekanan puncak/TPP (daPa), dan *gradient*/ TW (daPa). Hasil yang didapatkan yaitu volume saluran telinga/Vea 0,455 mL, *compliance* 0,330 mL, tekanan puncak/TPP -59,50 daPa dan *gradient*/TW 72,50 daPa.

Penggunaan timpanometri sudah banyak digunakan oleh dokter spesialis THT untuk melakukan pengecekan pada pasien. Tidak semua rumah sakit yang memiliki alat timpanometri ini, dikarenakan harga alat yang mencapai puluhan juta rupiah. Berdasarkan hal ini dilakukan perancangan mengenai alat pendeteksi tingkat tekanan bunyi pada membran timpani berbasis serat optik.

Perancangan alat pendeteksi tingkat tekanan bunyi terhadap respon membran timpani berbasis serat optik ini belum pernah dilakukan. Akan tetapi, pengembangannya berdasarkan beberapa penelitian mengenai pendektasian suatu objek menggunakan serat optik. Serat optik tersebut digunakan sebagai sistem sensor.

Penggunaan sensor serat optik merupakan pilihan yang tepat untuk mendeteksi tingkat tekanan bunyi karena gelombang bunyi terpandu tanpa ada *noise* akibat gangguan medan elektromagnetik dan gelombang radio (Herman, 2013). Sensor serat optik dirancang membentuk mikrofon serat optik yang sensitif terhadap bunyi yang diterima. Berkas cahaya masuk menuju serat optik (*transmitter*) mengenai suatu membran (selaput tipis) dan cahaya dipantulkan oleh membran tersebut kemudian diterima oleh serat optik lain (*receiver*). Jika sisi membran yang lain diberikan getaran akustik, maka posisi dan kelengkungan membran akan bervariasi. Berkas cahaya pantul yang diterima akan menuju serat optik *receiver* sehingga menghasilkan intensitas yang bervariasi, karena ada sebagian cahaya yang tidak bisa ditangkap oleh serat optik. Posisi kedua serat optik dan membran diatur sedemikian rupa sehingga pada saat terjadi getaran akustik semua cahaya pantul diterima oleh serat optik *receiver*.

Berbagai perancangan alat pendeteksi yang menggunakan serat optik telah dilakukan, seperti perancangan alat pendeteksi kebisingan berbasis sensor serat optik yang telah dilakukan oleh Deswilan (2019). Alat ini menggunakan sensor serat optik untuk mengukur frekuensi dan tingkat tekanan bunyi dengan memanfaatkan perubahan tegangan keluaran. Perubahan tegangan keluaran terjadi akibat adanya

variasi jarak membran terhadap serat optik. Pegujian ini menghasilkan rentang frekuensi 1000 Hz sampai 9000 Hz, dengan persentase kesalahan rata-rata 1,51% dan 1,67%. Penelitian ini objek yang diteliti adalah pantulan berkas cahaya yang mengenai membran (lapisan tipis) dengan penggunaan sensor serat optik yang dirancang membentuk mikrofon serat optik yang sensitif terhadap bunyi yang diterima, jika sisi membran yang lain diberikan getaran akustik, maka posisi dan kelengkungan membran akan bervariasi.

Pengukuran frekuensi getaran akustik menggunakan serat optik telah dikembangkan oleh beberapa peneliti, diantaranya Firmansyah dan Harmadi (2014) memanfaatkan serat optik tipe *step-index multimode* untuk mengontrol frekuensi getaran. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa semakin besar frekuensi yang diberikan dari sinyal generator ke *speaker*, maka semakin cepat perubahan tegangan yang dihasilkan fotodetektor. Syerli dan Harmadi (2017) merancang sistem untuk mendeteksi frekuensi getaran akustik pada speaker piezoelektrik. Frekuensi getaran yang diukur dengan rentang 1000 Hz - 9000 Hz. Alat tersebut memiliki tingkat ketelitian 99,97%, tingkat kesalahan 0,007% dan standar deviasi sebesar 0,03.

Berdasarkan permasalahan dan hasil penelitian yang telah dilakukan beberapa peneliti sebelumnya, maka dilakukan penelitian dengan judul Rancang Bangun Alat Pendeteksi Tingkat Tekanan Bunyi Terhadap Respon Membran Timpani Berbasis Serat Optik pada Pasien Poli THT Rumah Sakit Universitas Andalas, respon yang diukur adalah variasi frekuensi. Sistem sensor akan dirancang menggunakan serat optik tipe *step-index multimode*, dioda laser dan fotodetektor OPT101. Alat

pendeteksi tingkat tekanan bunyi terhadap respon membran timpani berbasis serat optik ini dapat membantu pemeriksaan pada gendang telinga untuk pasien yang mengalami gangguan pendengaran.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan alat pendeteksi tingkat tekanan bunyi terhadap respon membran timpani dengan menggunakan sensor serat optik.

Hasil rancang bangun diharapkan dapat bermanfaat di bidang medis khususnya spesialis THT untuk pemeriksaan pasien gangguan pendengaran, dengan hasil keluaran yang lebih mudah dipahami oleh masyarakat umum, menggunakan alat yang sederhana dengan harga yang terjangkau.

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini meliputi perancangan serat optik sebagai sensor bunyi, perancangan alat secara keseluruhan dan analisa hasil akhir yang didapatkan. Batasan masalah yang perlu ditentukan agar penelitian terarah dan sesuai tujuan yaitu:

1. Batasan frekuensi yang digunakan dari 200 Hz sampai 300 Hz dengan rentang 20 Hz.
2. Metode yang digunakan dalam merancang sensor serat optik adalah ekstrinsik.
3. Serat optik yang digunakan adalah FD-620-10 tipe *step-index multimode*.



4. Perangkat elektronik pendukung untuk alat pendeteksi tingkat tekanan bunyi terhadap respon membran timpani meliputi dioda laser, fotodetektor OPT101 dan modul mikrokontroler Arduino Uno.

