

**RANCANG BANGUN OTOSKOP DIGITAL
BERBASIS QT CREATOR**

Naskah Publikasi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat D3**

Program Studi D3 Teknik Elektromedik



**Diajukan oleh :
SHOLIHATUSSA'DIAH
20163010066**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTROMEDIK
PROGRAM VOKASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2019**

Rancang Bangun Otoskop Digital Berbasis Qt Creator

Sholihatussa'diah¹, Meilia Safitri², Susilo Ari Wibowo³

Prodi D3 Teknik Elektromedik Progam Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jln. Brawijaya, Kasihan, Bantul-DIY, Indonesia 55183

Telp. (0274)387656, Fax (0274)387646

sholihatussadiyah.2016@vokasi.ums.ac.id¹, meilia.safitri@vokasi.ums.ac.id²

ABSTRAK

Otoskop merupakan alat penunjang proses diagnosis suatu gangguan yang terjadi pada telinga. Umumnya otoskop menggunakan ketajaman mata pengamat untuk mendiagnosis gangguan yang ada pada telinga pasien sehingga sangat besar kemungkinan terjadinya kesalahan diagnosis oleh dokter THT, untuk memperkecil kemungkinan kesalahan maka penulis merancang otoskop digital dengan memodifikasi otoskop yang sudah ada di pasaran dengan sebuah kamera. Otoskop digital ini diharapkan dapat menampilkan hasil gambar yang diamati pada LCD sehingga pengamat dapat mengambil gambar membran timpani menggunakan otoskop digital dan menampilkannya pada LCD guna untuk mempermudah proses pengamatan dan diagnosis gangguan yang ada pada telinga pasien. Penulis menggunakan kamera modul raspberry pi untuk mengambil gambar dan raspberry pi sebagai pengendali kamera dan juga pengendali LCD. Metode pengujian alat ini yaitu dengan membandingkan alat modul TA dengan otoskop analog.

Kata kunci: Otoskop, raspberry pi, telinga.

1. PENDAHULUAN

Telinga merupakan salah satu panca indera yang berfungsi untuk mendengar bunyi atau suara. Proses menangkap suara oleh telinga yaitu berawal dari gelombang suara yang ditangkap oleh daun telinga, kemudian gelombang suara mengalir melalui udara[1]. Gangguan pendengaran atau abnormalitas pada fungsi pendengaran menyebabkan kesulitan dalam berkomunikasi sehingga timbul kesulitan untuk bersosialisasi, apabila terdapat kelainan atau abnormalitas pada fungsi pendengaran atau telinga, maka penderita kelainan pada telinga ini dapat mengonsultasikannya pada dokter THT untuk dilakukan pemeriksaan.

Salah satu metode dalam pemeriksaan telinga yaitu pemeriksaan otoskopi. Otoskop adalah sebuah alat medis yang memiliki cahaya dan juga pembesar pada ujung alat. Pengaplikasian otoskop pada pemeriksaan telinga dapat dilakukan dengan cara melihat kondisi gendang telinga secara langsung pada lensa mikro otoskop. Penggunaan otoskop dapat memudahkan dokter THT untuk melihat kondisi gendang telinga, yaitu gendang telinga yang menggembung, gendang telinga mengalami perubahan warna, sampai memeriksa cairan yang ada di liang telinga[2]. Otoskop yang dirancang dengan menambahkan modul kamera ditujukan untuk mempermudah pemeriksaan telinga sehingga objek

yang diamati dapat ditampilkan pada *display* serta memiliki memori untuk dokumentasi dan penyimpanan gambar objek.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Otoskop

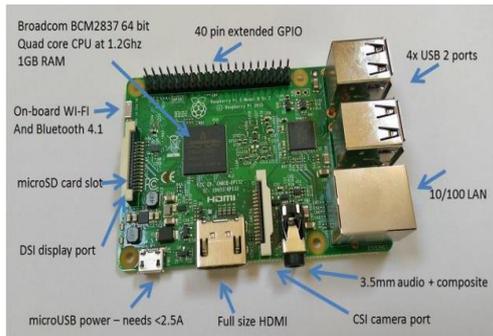
Otoskop adalah alat medis yang digunakan untuk mendiagnosis suatu kelainan pada telinga. Otoskop memiliki sumber cahaya dan juga pembesar pada ujung alat sehingga dapat melihat bagian dalam telinga hingga telinga tengah. Otoskop terdiri dari tiga bagian, yaitu kepala otoskop, gagang, dan kerucut. Otoskopi adalah prosedur diagnostik untuk menemukan jenis penyakit atau kelainan pada telinga dengan cara memeriksa struktur dalam telinga menggunakan alat khusus yang bernama otoskop atau auriskop. Tujuan utama otoskopi adalah mendiagnosis abnormalitas atau gangguan yang terjadi di dalam telinga, khususnya pada telinga tengah yang berfungsi sebagai alat pendengaran dan keseimbangan. Pemeriksaan otoskop dilakukan untuk mengetahui warna, kondisi, dan translusensi membran timpani[3], membran timpani yang menggembung, hingga memeriksa cairan yang ada di liang telinga[2].

2.2. Raspberry Pi

Raspberry Pi[4] atau disingkat dengan nama RasPi merupakan sebuah komputer kecil yang seukuran dengan kartu kredit. RasPi dikembangkan di Inggris oleh Raspberry Pi Foundation. Gagasan RasPi muncul dari Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang, dan Alan Mycroft yang merupakan

mahasiswa Laboratorium Komputer di Universitas Cambridge. RasPi dibuat ditujukan untuk membantu orang-orang di Afrika agar dapat belajar komputer dengan biaya yang murah. Keunggulan RasPi adalah memiliki ukuran yang kecil sehingga mudah dibawa ke mana saja, serta untuk mengoperasikan RasPi hanya memerlukan daya listrik yang sedikit dibandingkan dengan komputer pada umumnya yang memerlukan daya listrik sebesar 200 watt. RasPi dapat dioperasikan menggunakan *charger handphone* ataupun *powerbank* sehingga sangat portabilitas.

Raspberry pi 3 merupakan raspberry pi generasi ketiga setelah raspberry pi 2. Raspberry pi 3 merupakan gabungan dari raspberry pi 1 dan raspberry pi 2. Raspberry pi 3 disebut sebagai *Single Board Computer* dikarenakan fungsinya yang seperti komputer, namun raspberry pi 3 memerlukan daya yang lebih besar. Disarankan memberi *supply* sebesar 2.5 ampere dan 5 volt. Daya yang rendah jika diberikan untuk men-*supply* raspberry pi maka dapat menyebabkan tegangan *input* akan menurun, sehingga jika *user* menggunakan *display* atau LCD maka akan ada peringatan berupa tanda pelangi atau petir pada tampilan *display* atau LCD. Salah satu keunggulan raspberry pi 3 yaitu memiliki komponen yang lebih lengkap dibandingkan raspberry pi generasi sebelumnya. Komponen-komponen yang ada pada raspberry pi 3 dapat dilihat pada Gambar 2. 1 di bawah ini[5]:



Gambar 2. 1 Port-Port RasPi 3

Berikut ini komponen-komponen yang ada pada RasPi 3 [5]:

1. *Broadcom* BCM2837 64bit dengan kecepatan CPU 1.2Ghz
2. Port *Micro* Universal Serial Bus (USB)
Port ini berfungsi untuk memberi *supply* pada raspberry pi 3 dengan tegangan 5 volt dan daya minimal 2 ampere.
3. Port HDMI
RasPi 3 memiliki 1 port HDMI yang berfungsi menghubungkan sumber audio/video berbentuk digital seperti menampilkan video di layar monitor, televisi, PC, video *game* dan *smartphone*. RasPi 3 mampu menampilkan layar *full* HD.
4. Port USB
RasPi 3 memiliki 4 buah port USB yang digunakan untuk menghubungkan piranti lain seperti *keyboard*, *mouse*, modem 3G/4G, bahkan stik PS/XboX. Setiap port USB memiliki *power* sebesar 500 mA.
5. Port LAN
RasPi 3 memiliki 1 port LAN yang berfungsi menghubungkan antar komputer dalam satu wilayah serta untuk menghubungkan internet dengan kabel.

6. Port Audio 3.5 mm
RasPi 3 memiliki 1 buah port audio yang dapat berfungsi untuk memasukkan input, mengolah dan menghantarkan data yang berupa suara atau audio, contohnya seperti *speaker* dan *headphone* (output suara) serta *microphone* (input suara).

7. Slot *SD*Card
RasPi 3 memiliki 1 slot *SD*card yang berfungsi menghubungkan raspberry pi 3 dengan *SD*card. *SD*card sangat rentan rusak jika proses *shutdown* tidak sesuai prosedur, untuk menjaga *SD*card agar tidak rusak usahakan *shutdown* RasPi hingga selesai[4].

8. *General Purpose Input Output* (GPIO)
Pin GPIO yang terdapat pada raspberry pi 3 terdiri dari 40 pin dengan bentuk yang mirip sisir rambut. GPIO berfungsi sebagai pintu masuk dan keluarnya data atau sinyal.

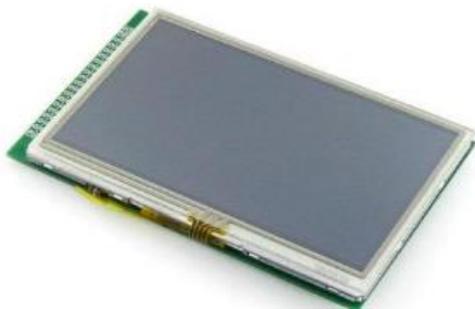
9. *Camera Serial Interface* (CSI)
Camera Serial Interface (CSI) merupakan sebuah konektor yang menghubungkan modul kamera raspberry pi menggunakan konektor *ribbon* 15 pin.

10. *Display Serial Interface* (DSI)
Display Serial Interface (DSI) merupakan konektor yang menghubungkan *display LCD screen* guna antarmuka (*interface*).

2.3.Liquid Crystal Digital

Liquid Crystal Display (LCD)[6] merupakan suatu perangkat elektronika yang digunakan untuk media tampilan

atau *interfacing* yang menggunakan modulasi cahaya kristal cair. Kristal cair tidak dapat memancarkan cahaya sehingga memerlukan cahaya eksternal yang didapat dari lampu neon, lampu latar, LED atau dari benda yang memantulkan cahaya (reflektor). Titik cahaya tersebut yang jumlahnya jutaan *pixels* (titik warna cahaya) ini akan membentuk tampilan citra dan menghasilkan gambar hitam putih maupun gambar berwarna. Bentuk dari LCD dapat dilihat pada Gambar 2. 2 di bawah ini:

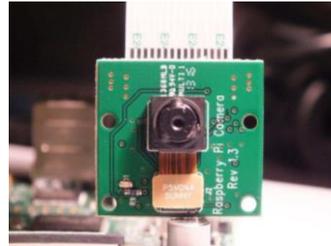


Gambar 2. 2 *Liquid Crystal Display* (LCD)

LCD yang digunakan dalam pembuatan modul otoskop digital, yaitu *LCD 3.5inch* yang merupakan modul LCD dari raspberry pi. LCD 3.5 *inch* tersebut memiliki resolusi 480x320 *pixel*.

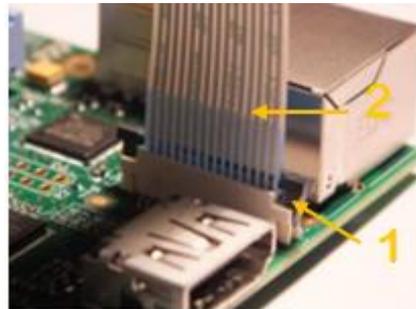
2.4.Raspberry Pi Camera

Raspberry pi *camera* adalah sebuah kamera modul raspberry pi dengan resolusi 5 MP (2592 x 1944 *pixel*) dan video HD 1080 *pixel* atau rekaman 30fps[7]. Gambar raspberry pi *camera* dapat dilihat pada Gambar 2. 3 di bawah ini[8]:



Gambar 2. 3 Kamera Modul Raspberry Pi

Kamera modul raspberry pi dapat diaplikasikan dengan memasang konektor *ribbon* 15 pin pada konektor *Camera Serial Interface* (CSI)[9]. Pemasangan konektor *ribbon* 15 pin pada slot CSI dapat dilihat pada Gambar 2. 4 di bawah ini[10]:



Gambar 2. 4 Pemasangan Konektor *Ribbon* 15 Pin pada Slot CSI

2.5.Baterai

Baterai[11] merupakan perangkat elektronika yang mengonversi energi kimia menjadi energi listrik serta dapat menyimpan tenaga listrik tersebut, melalui reaksi elektrokimia oksidasi dan reduksi[12], energi kimia yang terkandung di dalam bahan aktif pada baterai dikonversikan menjadi energi listrik. Reaksi elektrokimia reduksi adalah reaksi yang mengalami penurunan bilangan oksidasi serta penambahan electron, sedangkan reaksi elektrokimia oksidasi adalah reaksi bertambahnya bilangan oksidasi serta pelepasan elektron.

Output arus baterai merupakan arus searah atau dikenal dengan arus DC (*Direct Current*). Baterai memiliki dua terminal, yaitu terminal anoda (positif) dan terminal katoda (negatif), jika beban dihubungkan ke anoda dan katoda, maka dari anoda ke beban kemudian ke katoda akan ada arus DC yang mengalir. Arus tersebut mengalir karena adanya beda potensial antara anoda dan juga katoda. Berdasarkan prinsip arus listrik, dimana arus akan mengalir dari potensial yang lebih tinggi menuju potensial yang lebih rendah, apabila tidak terdapat perbedaan potensial antara anoda dan katoda maka tidak ada arus yang mengalir, hal tersebut lebih dikenal dengan energi atau daya yang disimpan oleh baterai habis.

Baterai sekunder merupakan baterai yang daya dipakai berulang-ulang karena dayanya dapat diisi ulang (*rechargeable battery*). Reaksi elektrokimia yang terdapat pada baterai sekunder memiliki sifat reversibel (bolak-balik) sehingga proses konversi energi kimia menjadi energi listrik dilakukan pada saat pemakaian baterai (*discharging*) serta proses konversi energi listrik menjadi energi kimia pada proses pengisian baterai (*charging*). Salah satu baterai sekunder yang paling sering digunakan pada perangkat elektronik di kehidupan sehari-hari adalah baterai *lithium ion*. Berikut ini baterai *lithium ion* dapat dilihat pada Gambar 2. 5 di bawah:



Gambar 2. 5 Baterai *Lithium Ion*

Gambar 2. 5 di atas merupakan salah satu baterai sekunder atau *rechargeable battery* yaitu baterai lithium ion atau sering disebut baterai Li-Ion atau disingkat LIB. Baterai LIB ini[13], ion lithium mengalami pergerakan dari elektroda negatif menuju elektroda positif ketika dilepaskan, dan akan kembali ketika baterai diisi ulang (*rechargeable*).

2.6.QT Creator

Qt *creator* merupakan pengembangan dari aplikasi *cross-platform* yang berbahasa C++ [14]. *Developer* pada Qt *creator* dapat mengirim proyek yang berbeda *platform* dikarenakan format yang digunakan Qt *creator* merupakan *cross platform project* (.pro), sedangkan untuk *debugging* dan implementasi program, Qt menggunakan *common tool*. Qt menerapkan *Application Programming Interface* (API) sehingga kompatibilitas dan performa pada *platform* bekerja secara optimal. Qt dapat berinteraksi antar objek secara sinkron dengan memanggil metode atribut *protected/public*, serta Qt dapat berinteraksi asinkron dengan mekanisme SLOT dan SIGNAL. Mekanisme tersebut dikerjakan oleh *Meta Object Compiler* (MOC) yang bekerja untuk menerjemahkan bahasa jika aplikasi dibuat multibahasa, mengerjakan struktur inheritans, serta menerjemahkan kode yang ditulis

menjadi kode yang baik menggunakan Bahasa C++ dan sesuai dengan *library* Qt.moc dan class *QMetaObject*, dan sebagainya. Desain tampilan GUI pada Qt menggunakan *layout* yang mirip dengan *JavaScript* yaitu *Qt Markup Language* (QML) dengan *class-class widget* yang konsisten tetapi kurang

mudah untuk diaplikasikan. Qt diimplementasikan pada sistem desktop seperti: *Linux, Windows, dan MacOS*. Serta diimplementasikan pada sistem *embedded* seperti: *Android, Montavista Linux (moblinux), Symbian S60, WindowsCE* dan sebagainya.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Hasil Pengujian Baterai

Data hasil pengujian tegangan serta waktu *charging* dan pemakaian baterai dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 di bawah ini:

Tabel 3. 1 Pengujian Tegangan Ketika Pengisian Baterai

No	Tegangan yang diukur	Hasil Pengukuran	
		Tegangan Awal	Tegangan Akhir
1.	5V	4,56V	4,78V
2.	5V	4,56V	4,85V
3.	5V	4,55V	5,10V
4.	5V	4,56V	5,15V
5.	5V	4,94V	5,06V
6.	5V	4,94V	5,05V
7.	5V	4,97V	5,10V
8.	5V	4,98V	5,07V
9.	5V	4,96V	5,09V
10.	5V	4,97V	5,07V
Jumlah total hasil pengukuran ($\sum xi$)		47,99V	50,32V
Rata-Rata (\bar{X})		4,799V	5,032V
Koreksi		0,201V	0,032V
<i>Error</i>		4,02 %	0,64 %

Data yang didapat dari pengukuran sebanyak sepuluh kali menggunakan AVOMeter yang terdapat pada Tabel 4.1 di atas dapat diketahui bahwa baterai *lithium ion* ketika proses pengisian baterai (*charging*) didapatkan rata-rata tegangan awal sebesar 4,799 volt DC dengan koreksi 0,201 volt DC dan *error* sebesar 4,02%, sedangkan

pada tegangan akhir baterai *lithium ion* dilakukan pengukuran tegangan menggunakan AVOMeter sebanyak sepuluh kali didapatkan rata-rata tegangan sebesar 5,032 volt DC dengan koreksi 0,032 volt DC dan *error* sebesar 0,64%. Terjadi simpangan pada pengukuran kemungkinan dikarenakan pemasangan kabel *probe* AVOMeter yang tidak pas.

Tabel 3. 2 Pengujian Tegangan Ketika Pemakaian Baterai

No	Tegangan yang diukur	Hasil Pengukuran	
		Tegangan Awal	Tegangan Akhir
1.	5V	5,03V	4,94V
2.	5V	5,14V	5,08V
3.	5V	5,17V	4,97V
4.	5V	5,16V	4,97V
5.	5V	5,07V	4,98V
6.	5V	4,91V	4,97V
7.	5V	4,95V	4,97V
8.	5V	4,87V	4,94V
9.	5V	4,95V	4,97V
10.	5V	4,96V	4,97V
Jumlah total hasil pengukuran ($\sum xi$)		50,21V	49,76V
Rata-Rata (\bar{X})		5,021V	4,976V
Koreksi		0,021V	0,024V
<i>Error</i>		0,42 %	0,48 %

Data yang didapat dari pengukuran sebanyak sepuluh kali menggunakan AVOMeter yang terdapat pada Tabel 4.2 di atas dapat diketahui bahwa baterai *lithium ion* ketika proses pemakaian baterai didapatkan rata-rata tegangan awal sebesar 5,021 volt DC dengan koreksi 0,021 volt DC dan *error* sebesar 0,42%, sedangkan pada tegangan akhir baterai *lithium ion* dilakukan pengukuran tegangan menggunakan AVOMeter sebanyak sepuluh kali didapatkan rata-rata tegangan sebesar 4,976 volt DC dengan

koreksi 0,024 volt DC dan *error* sebesar 0,48%. Terjadi simpangan pada pengukuran kemungkinan dikarenakan pemasangan kabel *probe* AVOMeter yang tidak pas.

Hasil perhitungan pengisian baterai sebagai berikut:

$$h = \frac{\text{Kapasitas Baterai (mAh)}}{\text{Kapasitsa Charger (mA)}}$$

$$h = \frac{10000 \text{ (mAh)}}{2000 \text{ (mA)}}$$

$$h = 5 \text{ jam}$$

Berikut ini waktu pengisian dan uji ketahanan baterai dapat dilihat pada Tabel 3.3 di bawah ini:

Tabel 3. 3 Waktu Pengisian Baterai dan Uji ketahanan

Waktu Pemakaian Baterai	Waktu Pengisian Baterai
15 jam 36 menit	4 jam 24 menit

Hasil data tersebut dapat diketahui bahwa waktu pemakaian baterai dari

keadaan penuh sampai daya pada baterai habis digunakan untuk memberi

tegangan 5 volt ke rangkaian raspberry pi, kamera, dan LCD tahan hingga 15 jam 36 menit sedangkan untuk pengisian daya baterai (*charging*) dengan kapasitas baterai 10000 mAh hanya memerlukan waktu 4 jam 24 menit.

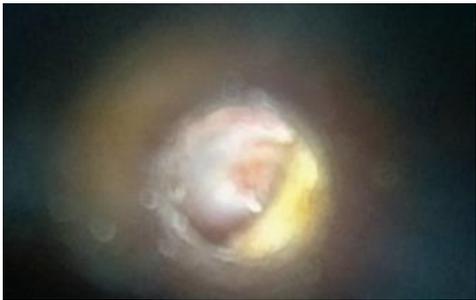
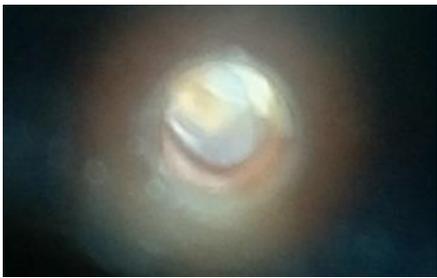
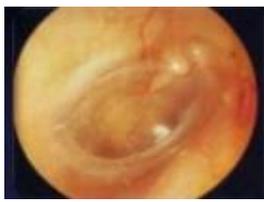
3.2. Pemeriksaan Membran Timpani

Prosedur pemeriksaan telinga dimulai dengan memeriksa struktur telinga,

kemudian bagian telinga luar ditarik secara perlahan guna meluruskan saluran telinga, memasukkan kerucut otoskop ke lubang telinga untuk memeriksa dinding saluran telinga dan membran timpani. Pemeriksaan membran timpani dilaksanakan pada lima orang pasien, hasil pemeriksaan membran timpani tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.2 di bawah ini:

Tabel 3. 2 Hasil Pemeriksaan Membran Timpani

No	Tampak pada alat	Pembanding
1.		
<p>Analisis: Hasil pengujian pertama tampak membran timpani yang mengalami infeksi dapat dilihat menggunakan otoskop digital dengan ciri-ciri yang nampak yaitu ada cairan fisiologis atau patologis di liang telinga serta membran timpani yang berwarna merah. Pada gambar pembanding menunjukkan membran timpani yang mengalami peradangan atau infeksi dengan ciri yang sama yaitu membran timpani yang berwarna merah.</p>		
2.		
<p>Analisis: Pengujian kedua merupakan pengujian pada penderita sinusitis dengan membran timpani yang tampak pada otoskop digital yaitu membran timpani yang nampak normal dengan warna abu-abu pucat dan membran yang semi-transparan. Pada gambar pembanding memiliki ciri yang sama yaitu membran timpani yang berwarna abu-</p>		

	abu pucat.	
3.		
<p>Analisis: Pengujian ketiga merupakan pasien lansia yang mengalami pengurangan fungsi pendengaran dikarenakan faktor usia. Pada pemeriksaan dengan otoskop digital dapat diketahui bahwa terdapat serumen pada telinga pasien, sedangkan membran timpani terlihat normal dengan ciri-ciri yang sama dengan gambar pembanding yaitu membran timpani berwarna abu-abu pucat dengan membran yang semi-transparan.</p>		
4.		
<p>Analisis: Pengujian keempat diketahui bahwa membran timpani mengalami abnormalitas yaitu oklusi atau retraksi dengan ciri-ciri yang dapat dilihat dengan pemeriksaan otoskop digital yaitu membran timpani tertarik ke dalam dengan warna abu-abu yang hilang dan refleks cahayanya hilang sedangkan pada gambar pembanding terlihat ciri-ciri yang sama yaitu warna abu-abu yang hilang pada membran timpani.</p>		
5.		

	<p>Analisis: Pengujian kelima dengan pemeriksaan menggunakan otoskop digital diketahui bahwa mengalami abnormalitas pada telinga yaitu infeksi telinga luar dengan ciri-ciri warna yang kemerah-merahan pada telinga bagian luar, keluar cairan dari membran timpani, serta terdapat serumen pada telinga. Gambar pembanding menunjukkan membran timpani yang sama yaitu mengalami peradangan atau infeksi dengan ciri-ciri membran timpani yang berwarna kemerah-merahan.</p>
--	--

Analisis:

Tabel 4. 4 menunjukkan hasil pemeriksaan membran timpani, dimana dengan menggunakan alat otoskop digital dapat membantu dokter dalam pemeriksaan telinga. Telah dilakukan pemeriksaan telinga pada lima orang pasien dengan keluhan yang berbeda-beda diantaranya yaitu membran timpani yang mengalami infeksi dengan ciri berwarna merah, membran timpani penderita sinusitis dengan membran timpani yang berwarna abu-abu, membran timpani retraksi dengan ciri berwarna abu-abu pucat dan membran timpani yang tertarik ke dalam, serta membran timpani yang mengalami infeksi dengan ciri kemerah-merahan. Selain memudahkan pemeriksaan telinga oleh dokter THT, otoskop digital juga memiliki keunggulan diantaranya memiliki desain yang menarik dan praktis yaitu memiliki berat yang cukup ringan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat setelah melakukan perancangan serta pengujian alat otoskop digital, diantaranya yaitu:

1. Baterai yang digunakan untuk memberikan sumber tegangan pada rangkaian merupakan baterai *lithium ion* dengan tegangan 5 volt dan arus 2.1 ampere. Pengukuran tegangan menggunakan AVOMeter dapat diketahui bahwa ketika proses pengisian baterai (*charging*) didapatkan tegangan awal sebesar 3,41 volt dan didapatkan tegangan akhir sebesar 4,16 volt sedangkan ketika pemakaian baterai didapatkan tegangan awal sebesar 4,02 volt dan tegangan akhir sebesar 3,41 volt, untuk memenuhi kebutuhan raspberry pi yang memerlukan tegangan *input* sebesar 5 volt, maka tegangan pada baterai yang kurang dari 5 volt dinaikkan menggunakan rangkaian *step up*.
2. Pengujian baterai *lithium-ion*, menunjukkan bahwa baterai *lithium ion* yang berkapasitas baterai 10000 mAh memiliki daya tahan yang baik yaitu

selama 15 jam dengan waktu *charging* yang singkat yaitu hanya dalam jangka waktu kurang lebih 4 jam.

3. Pemeriksaan membran timpani menggunakan otoskop digital, didapatkan beberapa gambar membran timpani diantaranya yaitu membran timpani yang mengalami infeksi dengan ciri berwarna merah, membran timpani penderita sinusitis dengan membran timpani yang berwarna abu-abu, membran timpani retraksi dengan ciri berwarna abu-abu pucat dan membran timpani yang tertarik ke dalam, serta membran timpani yang mengalami infeksi dengan ciri kemerah-merahan.

Referensi

- [1] P. S. Nugroho and H. Wiyadi, "ANATOMI DAN FISILOGI PENDENGARAN PERIFER," *J. THT-KL*, vol. 2, no. 2, pp. 76–85, 2009.
- [2] J. Munilson, Y. Edward, and Yolazenia, "Penatalaksanaan Otitis Media Akut," *Bagian Telinga Hidung Tenggorok Bedah Kepala Leher (THT-KL)*, pp. 1–9.
- [3] A. Widodo and Soepriyadi, "DIAGNOSIS OTITIS MEDIA EFUSI," *Dep/SMF Ilmu Kesehat. Telinga Hidung Tenggorok Bedah Kepala dan Leher*, pp. 41–49.
- [4] A. Dinata, *Physical Computing dengan Raspberry Pi*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2017.
- [5] R. Robyanzah, "Implementasi NFC (Dekat Komunikasi Lapangan) dan Layar Sentuh LED untuk Mengontrol Absensi Karyawan Berbasis WEB," Universitas Muhammadiyah Malang, 2018.
- [6] Wikipedia, "Liquid-Crystal Display," 2019. [Online]. Available: http://en.m.wikipedia.org/wiki/Liquid-crystal_display. [Accessed: 28-Jul-2019].
- [7] N. M. Yuniarti, Paniran, and A. S. Rachman, "Perancangan sistem keamanan sel tahanan menggunakan teknologi RFID berbasis raspberry pi," pp. 1–13.
- [8] H. M. Shadiq, Sudjadi, and Darjat, "Perancangan kamera pemantau nirkabel menggunakan raspberry pi model B," vol. 3, pp. 1–6, 2014.
- [9] K. S. Shilpashree, L. H, and H. Shivkumar, "Implementation of Image Processing on Raspberry Pi," *Int. J. Adv. Res. Comput. Commun. Eng.*, vol. 4, no. 5, pp. 199–202, 2015.
- [10] J. Hughes, "The Raspbeery Pi Camera," pp. 4–5, 2013.
- [11] M. A. P. Pradana, "KONTROL PENGISIAN BATERAI OTOMATIS PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK ALTERNATIF," Universitas

- Sanata Dharma, 2015.
- [12] A. Satriady, W. Alamsyah, A. H. I. Saad, and S. Hidayat, "PENGARUH LUAS ELEKTRODA TERHADAP KARAKTERISTIK BATERAI LiFePO₄," *Mater. dan Energi Indones.*, vol. 06, no. 02, pp. 43–48, 2016.
- [13] I. U. Gazali, "Simulasi Elektro Stimulator Berbasis Mikrokontroler ATmega8," Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2018.
- [14] Z. Aliyansyah, "Pemrograman Aplikasi GUI dengan Framework Qt (5.0.1)," no. April, pp. 1–20, 2013.