

Rancang Bangun Sistem Latihan Tekanan Lidah

Novie Theresia Br. Pasaribu
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Kristen Maranatha
Bandung, Indonesia
novie.theresia@eng.maranatha.edu

Erwani Merry Sartika
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Kristen Maranatha
Bandung, Indonesia
erwani.ms@eng.maranatha.edu

Christopher Prasetya Darmanto
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Kristen Maranatha
Bandung, Indonesia
christoprasetya@gmail.com

Derry Renaldy
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Kristen Maranatha
Bandung, Indonesia
derryrenaldy40@gmail.com

Che Wei Lin
Department of Biomedical Engineering
National Cheng Kung University
Tainan, Taiwan
lincw@mail.ncku.edu.tw

Febryan Setiawan
Department of Biomedical Engineering
National Cheng Kung University
Tainan, Taiwan
febryans2802.wtmh@gmail.com

Diterima : Agustus 2022
Disetujui : Oktober 2022
Dipublikasi : Januari 2023

Abstrak—Terapi gerakan lidah secara rutin dengan stimulasi ujung syaraf bisa digunakan sebagai alat bantu terapi bagi pasien untuk penyakit stroke, dysphasia dan sleep apnea. Pada penelitian awal ini akan didesain rancang bangun Sistem Latihan Tekanan Lidah (LTL) dengan menggunakan alat LTL yang dirancang dengan menggunakan sensor tekanan Force Sensing Resistor (FSR) untuk memfasilitasi gerakan latihan lidah yang terdiri dari Tongue Force, Tongue Slide, dan Tongue Press. Pilihan jenis gerakan latihan lidah, panduan dan hasil latihan gerakan lidah yang dilakukan akan ditampilkan pada aplikasi smartphone. Simpulan yang didapat dari penelitian ini adalah Sistem LTL telah berhasil direalisasikan dengan sensor FSR, dari pembacaan nilai sensor tekanan pada Arduino dan smartphone terdapat delay rata-rata 1 detik. Besar tekanan lidah pada gerakan Tongue Force, Tongue Slide, dan Tongue Press sebesar 0-730 Gram-force. Pada Gerakan Tongue Slide ada perubahan besaran tekanan pada Sensor-1 dan Sensor-2, dikarenakan ada gerakan lidah kearah belakang. Berbeda dengan gerakan Tongue Press dan Tounge Force yang hanya mempengaruhi pada Sensor-1 saja.

Kata Kunci—Sistem Latihan Tekanan Lidah; sensor

Abstrak— Routine tongue movement therapy with nerve tip stimulation can be used as a therapeutic aid for patients for stroke, dysphasia and sleep apnea. In this initial research, the design of the Tongue Pressure Training System (LTL) will be designed using an LTL tool designed using a Force Sensing Resistor (FSR) pressure sensor to facilitate tongue exercise movements consisting of Tongue Force, Tongue Slide, and Tongue Press. A selection of types of tongue exercise movements, guides and results of tongue movement exercises performed will be displayed on the smartphone application. The results obtained from this study are the LTL system which is realized from the reading of the pressure sensor value on the smartphone display, there is an average delay of 1 second so that there is a large difference in pressure readings on Arduino and smartphones. The amount of tongue pressure when performing Tongue Force, Tongue Slide, and Tongue Press movements has a pressure reading value of 0-700 Gram-force. In the Tongue Slide Movement, there is a change in the amount of pressure on sensor-1 and sensor-2, because the movement

requires the tongue to move. In contrast to the Tongue Press and Tounge Force movements which focus more on pressure in sensor-1.

Keywords—Tongue Pressure Training System; sensor

I. PENDAHULUAN

Konsep dari sehat menurut budaya Mesir kuno adalah merupakan keseimbangan antara manusia dan lingkungannya, yang merupakan kesatuan dari tubuh, jiwa dan roh, dan termasuk penyakit yang menyertainya. Kesehatan adalah merupakan keadaan manusia saat terbebas dari penyakit. Kebutuhan akan sarana dan prasarana kesehatan akan meningkat seiring dengan bertambahnya jenis penyakit yang berkembang. Penanganan medis yang memadai pastinya memerlukan biaya yang tidak cukup murah, sehingga beberapa cara dilakukan untuk melakukan tindakan pencegahan dan terapi (seperti penyakit Parkinson, Stroke, Disfagia, dan Sleep Apnea) yang bisa dilakukan dirumah dengan mudah dan murah untuk memperoleh kesehatan.

Penyakit *Disfagia* adalah penyakit yang menyebabkan sulitnya atau ketidakmampuan dalam menelan [1][2]. Penyakit ini adalah penyakit yang menyerang saraf motorik, terutama pada bagian mulut, sehingga mengakibatkan seseorang mengalami kesulitan untuk berbicara secara normal. Dengan gerakan/ terapi lidah adalah cara langsung untuk merangsang otak, karena pasien dengan gangguan neurologis tidak mampu membawa impuls syaraf secara efisien, impuls syaraf bertanggung jawab untuk persepsi sensorik [2]. Aktivitas dari neuron yang rusak untuk menghasilkan impuls saraf dapat dirangsang oleh stimulasi listrik bersama dengan terapi rehabilitasi yang ditargetkan. Oleh karena itu, dengan stimulasi ujung saraf sebagai alat bantu terapi bagi pasien untuk penyakit *stroke*, *dysphasia* dan *sleep apnea* (penyakit gangguan tidur karena terhambatnya jalur pernafasan) dapat diatasi juga dengan melakukan terapi gerakan lidah secara rutin [2][3][4][5].

Penelitian mengenai cara mengurangi/ meringankan sleep apnea adalah dengan gerakan terapi lidah telah dilakukan oleh *Department of Health and Nutritional Science*, Ahmed Sh. Mohammed, dan Katia C. Gumairess, dari hasil yang diperoleh bahwa terbukti bahwa terapi lidah dapat efektif mengatasi *sleep apnea* [6][4][7]. Terdapat beberapa jenis gerakan latihan lidah dan tenggorokan untuk penyakit *Sleep Apnea* oleh *Department of Health and Nutritional Science South Dakota State University*, yang terdiri dari 17 gerakan diantaranya: *jaw resist*, *lip workout*, *tongue force*, *tongue workout*, *tongue slide*, *tongue brush*, *tongue press*, dll, masing-masing dengan durasi yang telah ditentukan [6]. Penelitian berikutnya adalah pemanfaatan terapi lidah untuk pengobatan pasien yang mengalami *dysphasia*. Dari penelitian oleh Adams et al., dengan terapi lidah yang bertujuan untuk memperkuat otot lidah pasien dapat secara efektif mengobati penyakit *dysphasia*[3]. Menurut Sally Archer dkk, metode terapi lidah untuk pengobatan *dysphasia* juga telah terbukti dapat mengatasi penyakit stroke. Sehingga dapat disimpulkan bahwa gerakan terapi lidah tertentu dapat membantu mengatasi berbagai penyakit [8]. Selain itu, terapi lidah juga dapat dilakukan untuk anak-anak, agar memperlancar gaya bicara dengan memperkuat otot lidah [9].

Dalam bidang kesehatan penggunaan sensor tekanan telah banyak digunakan dalam penelitian. Sebagai contoh, penelitian menggunakan sensor tekanan telah dilakukan oleh Shivani Avinash dkk untuk meneliti tekanan yang diberikan oleh lidah selama proses menelan berlangsung. Dengan sensor tekanan maka dapat diketahui berapa besar tekanan normal yang dihasilkan lidah ketika proses menelan berlangsung [8]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hsiu-Yueh Liu, dkk mengembang alat untuk mengukur besaran tekanan lidah dengan *disposable positioning mouthpieced* yang dikontrol dengan menggunakan *smartphone* [10].

Pada penelitian-penelitian yang telah dilakukan hanya diperuntukkan untuk mengukur besar tekanan lidah tanpa difasilitasi pilihan jenis gerakan lidah yang diperuntukkan untuk latihan tekanan lidah. Pada penelitian ini akan dilakukan rancang bangun Sistem Latihan Tekanan Lidah (LTL) dengan menggunakan alat LTL yang dirancang dengan menggunakan sensor tekanan *Force Sensing Resistor (FSR)* untuk memfasilitasi gerakan latihan lidah yang terdiri dari *Tongue Force*, *Tongue Slide*, dan *Tongue Press*. Pilihan jenis gerakan latihan lidah, panduan dan hasil latihan gerakan lidah yang dilakukan akan ditampilkan pada *smartphone*.

II. METODE

Berikut ini metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini. Tahapan proses penelitian diawali dengan studi literatur untuk memahami penelitian yang telah dilakukan mengenai: tekanan lidah, jenis gerakan tekanan lidah, dan sensor tekanan. Dilanjutkan dengan Perancangan Sistem Latihan Tekanan Lidah. Kemudian realisasi sistem, diujicobakan dan dilakukan pengambilan data. Dilakukan analisis dan diperoleh simpulan dari penelitian yang sudah dilakukan.

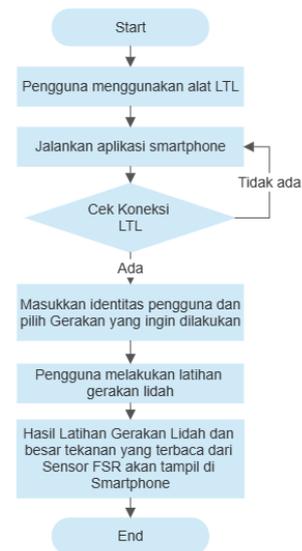
Rancangan Sistem LTL yang dapat dilihat pada Gambar 1. Pada sistem yang dirancang ini, terdiri dari alat

Latihan Tekanan Lidah (LTL) yang dirancang dengan menggunakan sensor tekanan FSR, kemudian alat ini terhubung dengan Arduino dan *Bluetooth* modul untuk memudahkan komunikasi dengan *smartphone*. Arduino Uno adalah mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini yang sudah banyak dilakukan pada berbagai aplikasi penelitian [11][12]. Hasil dari latihan tekanan lidah akan tampil pada aplikasi di *smartphone*.



Gambar 1. Sistem Latihan Tekanan Lidah (LTL)

Diagram alir proses Sistem LTL yang dilakukan dilakukan oleh pengguna dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir proses Sistem LTL

A. Rancangan Gerakan Lidah

Gerakan lidah yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari tiga jenis gerakan yang mengacu pada *Department of Health and Nutritional Science South Dakota State University* [6].

- Gerakan *Tongue Force*
Gerakan *Tongue Force* dilakukan lidah dengan menekan bagian *hard palate* (langit-langit mulut),

selama 4 detik, dan gerakan diulangi hingga lima kali (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Gerakan *Tongue Force*

- Gerakan *Tongue Slide*
Gerakan *Tongue Slide* dilakukan dengan memposisikan lidah hingga ujung lidah menyentuh bagian belakang gigi depan atas, kemudian tarik atau geser lidah kearah belakang mulut (lihat Gambar 4), lakukan selama sepuluh kali.



Gambar 4. Gerakan *Tongue Slide*

- Gerakan *Tongue Press*
Gerakan *Tongue Press* dilakukan lidah dengan menekan langit-langit mulut, kemudian menggeser lidah kearah belakang mulut, dilakukan selama 5 detik (lihat Gambar 5).



Gambar 5. Gerakan *Tongue Press*

B. Rancangan Alat Latihan Tekanan Lidah & Sensor FSR

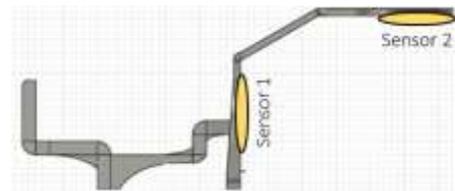
Alat LTL dirancang dengan sensor *Force Sensing Resistor-402* (FSR-402) merupakan sebuah *passive device* dua terminal yang dapat digunakan untuk mengukur besar tekanan dengan memperlihatkan penurunan besar resistansi ketika daerah *Sensing Sensor Area* (SSA) diberi tegangan pada jumlah tertentu [13]. Sensor FSR mudah digunakan dan memiliki harga yang rendah, diameter untuk area aktifnya berukuran 14,7 mm, contoh sensor FSR model Interlink 402, lihat Gambar 6 [14].



Gambar 6. FSR Model Interlink 402 [14]

Konsep dari sensor FSR adalah mengubah nilai resistansi, jika tidak ada tekanan maka terlihat seperti rangkaian terbuka (tahanan yang tak terhingga), semakin meningkatnya tekanan maka resistansi menurun.

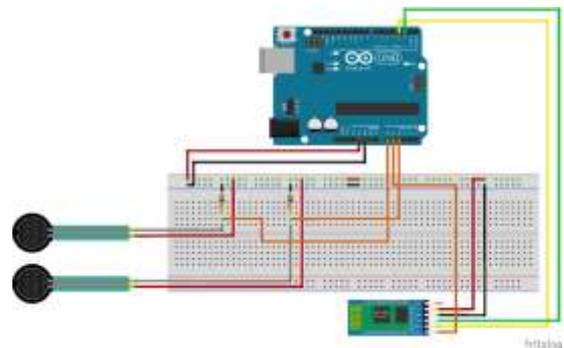
Alat LTL dirancang sedemikian rupa sehingga agar pembacaan tekanan lidah dengan ketiga gerakan lidah tersebut bisa terukur, dengan posisi sensor-1 dan sensor-2 seperti terlihat pada Gambar 7. Sensor-1 digunakan untuk membaca tekanan lidah bagian depan (gerakan ketika lidah menekan bagian gigi depan), dan Sensor-2 digunakan untuk membaca tekanan lidah pada bagian tengah (gerakan ketika lidah menekan palatal mulut).



Gambar 7. Desain Alat LTL tampak samping

C. Rancangan Arduino & Modul Bluetooth HC-06

Proses akuisisi data tekanan lidah dari sensor FSR 402 dihubungkan dengan Arduino Uno untuk pembacaan nilai ADC sensor, kemudian untuk komunikasi *wireless* dipasangkan modul *Bluetooth*. Terdapat dua jenis modul *bluetooth* yaitu Modul *Bluetooth* HC-05 dan HC-06. Pada penelitian ini menggunakan modul *Bluetooth* HC-06, dan rangkaian Sistem LTL dan *wiring diagram*nya dapat terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian Skematik Alat LTL

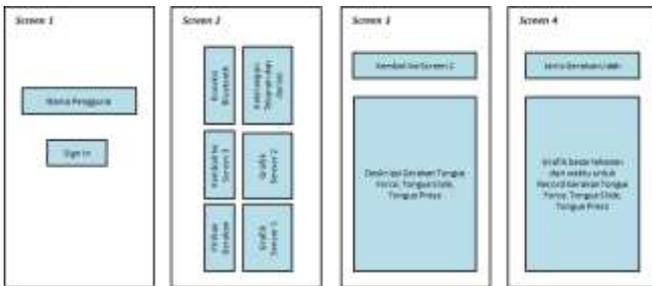
D. Rancangan Aplikasi Smartphone

Aplikasi di *smartphone* untuk Sistem LTL dirancang dengan menggunakan aplikasi MIT App *Inventor*. Aplikasi yang dirancang menampilkan hasil output berupa grafik dan pembacaan besar nilai tekanan. Berikut ini adalah tampilan screen dari aplikasi LTL yang dirancang (lihat Gambar 9):

- *Screen 1 (main)*: berisikan identitas dari pengguna.
- *Screen 2 (Tongue Pressure)*: pilihan untuk jenis gerakan yang dilakukan pengukuran tekanan lidah.
- *Screen 3 (Guideline)*: berisikan petunjuk dari gerakan yang akan dilakukan
- *Screen 4 (Record)*: menampilkan grafik yang dilakukan tiap hari, yang merupakan rata-rata dari

besarnya tekanan lidah yang dilakukan dalam satu hari.

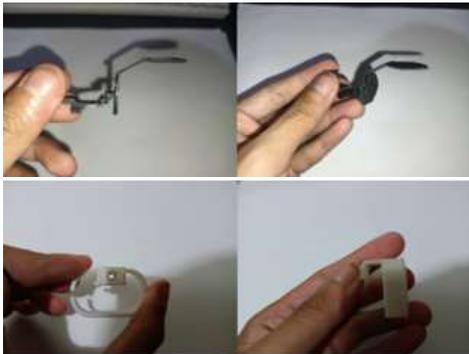
Pada tampilan awal *Screen 1 (main)*, pada menu ini diinputkan identitas pengguna alat ukur tekanan lidah, kemudian tekan tombol *sign in* untuk berpindah ke *Screen 2*. Selanjutnya pada *Screen 2* pengguna akan memulai pengukuran tekanan lidah. Pada *Screen 2* pengguna bisa menekan tombol untuk berpindah pada *Screen 3* yang berisikan deskripsi/ panduan dari gerakan yang dipilih. Pada *Screen 3* ada tombol untuk kembali ke *Screen 2*, kemudian pada *Screen 2* dengan menekan ikon *bluetooth* maka proses pembacaan data dari Arduino mulai dilakukan. Setelah didapatkan data tekanan lidah dari Arduino, maka hasil tersebut akan ditampilkan dalam bentuk grafik besaran tekanan dan durasi pengukuran. Setelah selesai pengukuran, screen akan berpindah ke *Screen-4* untuk menampilkan hasil *record* besaran tekanan lidah.



Gambar 9. Desain Tampilan Aplikasi *Smartphone* Sistem LTL

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah alat LTL yang telah direalisasikan (penampang sensor dan penyangganya) dapat dilihat pada Gambar 10.



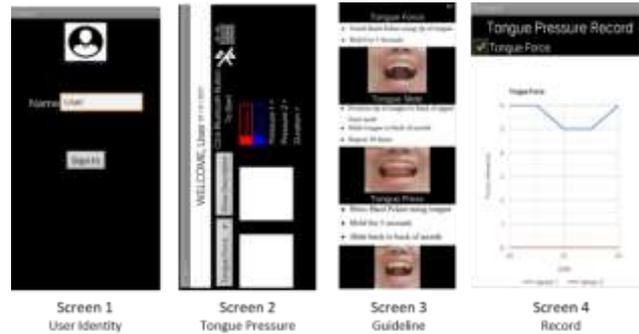
Gambar 10. Realisasi Alat LTL

Ketika alat LTL diujicobakan kepada responden dapat terlihat seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Alat LTL ketika dilakukan Pengukuran

Tampilan realisasi program LTL pada *smartphone* seperti yang terlihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan Realisasi Aplikasi LTL di *Smartphone*

Langkah awal yang dilakukan adalah mengkoneksikan alat LTL dengan Arduino, hasil pembacaan data dari Arduino untuk menghitung besarnya nilai resistansi sensor FSR dapat dilihat seperti Gambar 13.

```

18:10:14,180 -> SENSOR 1
18:10:14,180 -> Analog reading = 792
18:10:14,227 -> Voltage reading in mV = 3020
18:10:14,227 -> FSR resistance in ohms = 2910
18:10:14,286 -> Force in grams Sensor 1: 600
18:10:14,334 ->
18:10:14,334 ->
18:10:14,334 -> SENSOR 2
18:10:14,334 -> Analog reading = 0
18:10:14,334 -> Voltage reading in mV = 0
18:10:14,382 -> No pressure
18:10:14,382 ->
18:10:14,382 ->
18:10:14,526 -> SENSOR 1
18:10:14,526 -> Analog reading = 865
18:10:14,574 -> Voltage reading in mV = 4227
18:10:14,622 -> FSR resistance in ohms = 1020
18:10:14,670 -> Force in grams Sensor 1: 600
18:10:14,670 ->
18:10:14,670 ->
18:10:14,670 -> SENSOR 2
18:10:14,670 -> Analog reading = 0
18:10:14,718 -> Voltage reading in mV = 0
18:10:14,718 -> No pressure
18:10:14,766 ->
18:10:14,766 ->

```

Gambar 13. Hasil Realisasi Program Menghitung Resistansi Sensor FSR

Berdasarkan referensi dari data sheet Force Sensitive Resistor untuk bisa memperoleh besar nilai tekanan, nilai resistansi yang didapat sebelumnya harus diubah terlebih dahulu ke dalam besaran konduktansi dalam satuan mikromho ($\mu\Omega$), nilai 1 mho sama dengan 10^6 Mikro mho ($\mu\Omega$)[15]. Rumus untuk menghitung nilai tersebut dapat dilihat berikut.

$$FSR_Konduktansi = 10^6 / FSR_Resistansi (\Omega) \quad (1)$$

Setelah didapatkan nilai konduktansinya, kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari pendekatan nilai tekanan. Jika nilai konduktansi berada pada 0-1000, maka gunakan rumus pendekatan berikut.

$$FSR_Tekanan = FSR_Konduktansi / 80 \quad (2)$$

Jika nilai konduktansi lebih dari 1000 maka digunakan rumus pendekatan

$$\begin{aligned} FSR_Tekanan &= FSR_Konduktansi - 1000 \\ FSR_Tekanan &= FSR_Tekanan / 30 \end{aligned} \quad (3)$$

Nilai tekanan dalam satuan Newton (N) dikonversi menjadi gram-force (gf), 1 Newton sama dengan 100 gf.

Kemudian hasil pembacaan data Arduino dengan *timestamp* sebesar 200 microsecond, yang dilakukan sebanyak 10 kali percobaan untuk masing-masing gerakan lidah. Pada Tabel 1 terlihat pembacaan data untuk Gerakan lidah *Tongue Force*.

TABEL 1. HASIL PEMBACAAN SENSOR-1 UNTUK GERAKAN TONGUE FORCE

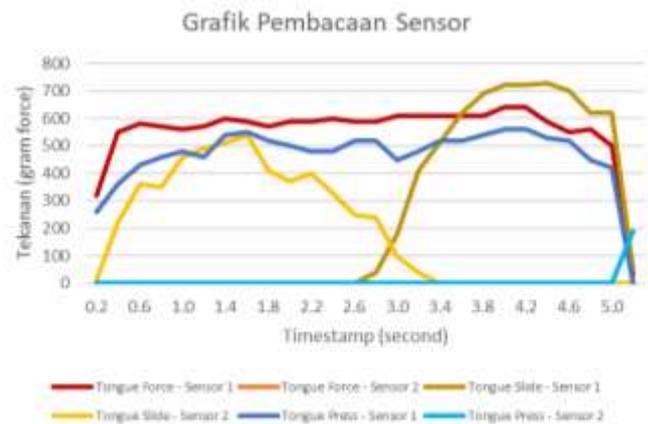
Timestamp	Percobaan										Rata-rata Tekanan (Gram-Force)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.2	400	300	100	400	200	200	300	500	400	400	320
0.4	500	400	700	600	500	500	600	600	600	500	550
0.6	600	500	700	600	600	600	600	600	600	400	580
0.8	600	500	700	600	500	600	600	600	600	400	570
1.0	600	600	600	600	500	500	600	600	600	400	560
1.2	500	600	600	600	500	600	600	600	700	400	570
1.4	600	600	600	600	600	600	700	600	700	400	600
1.6	600	600	600	600	600	600	600	600	700	400	590
1.8	500	600	600	600	600	600	600	600	600	400	570
2.0	500	600	600	600	600	600	700	600	600	500	590
2.2	500	600	600	600	600	600	700	600	600	500	590
2.4	500	600	600	600	600	600	700	600	700	500	600
2.6	500	600	600	500	600	600	600	600	700	600	590
2.8	500	600	600	500	600	600	600	600	700	600	590
3.0	500	500	700	600	700	600	600	600	700	600	610
3.2	600	500	600	500	600	600	700	700	700	600	610
3.4	500	500	600	500	700	600	600	700	700	600	610
3.6	600	400	600	500	700	700	700	700	600	600	610
3.8	500	600	600	500	700	700	700	600	600	600	610
4.0	600	600	600	600	700	700	700	600	700	600	640
4.2	500	600	700	600	700	700	700	600	700	600	640
4.4	500	600	600	600	600	600	600	700	600	500	590
4.6	500	500	600	600	500	500	600	600	600	500	550
4.8	500	600	600	500	500	600	600	600	600	500	560
5.0	500	300	500	500	500	400	600	700	600	400	500

Nilai rata-rata dari 10 kali percobaan ini, diamati besar tekanan lidahnya pada sensor-1 dan sensor-2 dapat terlihat pada Tabel 2, kemudian nilai tersebut *diploting* menjadi grafik yang terlihat pada Gambar 14. Pada tabel terlihat bahwa rata-rata besar tekanan lidah pada Gerakan *Tongue Force* di Sensor-1 sebesar 30-640 *Gram-force*, dan pada Gerakan *Tongue Press* di Sensor-1 sebesar 0-560 *Gram-force*, serta pada Gerakan *Tongue Slide* di Sensor-1 sebesar 0-730 *Gram-force* dan di Sensor-2 sebesar 0-540 *Gram-force*. Dari ketiga gerakan tersebut diperoleh besar tekanan lidah 0-730 *Gram-force*.

TABEL 2. HASIL PEMBACAAN RATA-RATA DARI SENSOR-1 DAN SENSOR-2

Timestamp	Tongue Force		Tongue Slide		Tongue Press	
	(Gram-force)		(Gram-force)		(Gram-force)	
	Sensor-1	Sensor-2	Sensor-1	Sensor-2	Sensor-1	Sensor-2
0.2	320	0	0	10	260	0
0.4	550	0	0	220	360	0
0.6	580	0	0	360	430	0
0.8	570	0	0	350	460	0
1.0	560	0	0	460	480	0
1.2	570	0	0	490	460	0
1.4	600	0	0	510	540	0
1.6	590	0	0	540	550	0
1.8	570	0	0	410	520	0
2.0	590	0	0	370	500	0
2.2	590	0	0	400	480	0
2.4	600	0	0	330	480	0
2.6	590	0	0	250	520	0
2.8	590	0	40	240	520	0
3.0	610	0	180	100	450	0
3.2	610	0	410	40	480	0
3.4	610	0	510	0	520	0
3.6	610	0	620	0	520	0
3.8	610	0	690	0	540	0
4.0	640	0	720	0	560	0
4.2	640	0	720	0	560	0
4.4	590	0	730	0	530	0
4.6	550	0	700	0	520	0
4.8	560	0	620	0	450	0
5.0	500	0	620	0	420	0
Nilai Min	30	0	0	0	0	0
Nilai Max	640	0	730	540	560	0

Pada Gambar 14 terlihat bahwa Gerakan *Tongue Force* dan *Tongue Press* hanya mempengaruhi Sensor-1 saja, sedangkan Gerakan *Tongue Slide* mempengaruhi Sensor-1 dan Sensor-2. Hal ini dikarenakan pada Gerakan *Tongue Slide* adanya pergerakan lidah kearah belakang sehingga menyentuh kedua sensor tersebut.



Gambar 14. Grafik Pembacaan Sensor

Untuk mengukur ada tidaknya delay pembacaan tekanan lidah dari Arduino dengan aplikasi di *smartphone*, maka diambil data selama 5 detik dan dilakukan sebanyak 5 kali, diperoleh hasil seperti pada Tabel 2. Pada tabel ini terlihat rata-rata delay yang muncul sebesar 1 detik.

TABEL 2. TABLE PEMBACAAN DATA DI ARDUINO DAN SMARTPHONE

Percobaan	Pembacaan Data	Detik ke-					Delay [second]
		1	2	3	4	5	
1	Arduino (Gram-force)	600	500	500	600	500	1
	Smartphone (Newton)	6	6	5	5	6	
2	Arduino (Gram-force)	600	600	600	600	500	1
	Smartphone (Newton)	6	6	6	6	6	
3	Arduino (Gram-force)	0	0	0	600	700	1
	Smartphone (Newton)	0	0	0	0	6	
4	Arduino (Gram-force)	400	400	400	0	0	1
	Smartphone (Newton)	4	4	4	4	0	
5	Arduino (Gram-force)	0	0	0	800	700	1
	Smartphone (Newton)	0	0	0	0	8	

III. KESIMPULAN

Simpulan yang didapat dari penelitian ini adalah Sistem LTL telah berhasil direalisasikan dengan sensor FSR, dari pembacaan nilai sensor tekanan pada Arduino dan *smartphone* terdapat delay rata-rata 1 detik. Besar tekanan lidah pada gerakan *Tongue Force*, *Tongue Slide*, dan *Tongue Press* sebesar 0-730 *Gram-force*. Pada Gerakan *Tongue Slide* ada perubahan besaran tekanan pada Sensor-1 dan Sensor-2, dikarenakan ada gerakan lidah kearah belakang. Berbeda dengan gerakan *Tongue Press* dan *Tounge Force* yang hanya mempengaruhi pada Sensor-1 saja.

Pengembangan lebih lanjut, perlu dipertimbangkan untuk pengembangan aplikasi agar tampilan lebih menarik dan informatif, sehingga mempermudah proses *monitoring* bagi pengguna dan tenaga medis untuk mengetahui *progress/ history* dari proses latihan yang telah dilakukan. Penelitian ini adalah merupakan penelitian awal, pengujian ini masih dilakukan untuk responden yang sehat, jika pengembangan sistem LTL sudah lebih baik, maka pengujian ini bisa dilakukan kepada pengguna dengan tujuan *treatment*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Kristen Maranatha yang telah mendanai penelitian ini.

REFERENSI

[1] F. Siddique, S. M. S. C. M., and P. S., "Design and Implementation of Wireless Rehabilitation Aid for Tongue Disorders," *Int. J. Pharm. Biomed. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 4-7, 2017, doi: 10.14445/23942576/ijpbe-v4i1p102.

[2] V. Adams, R. Callister, and B. Mathisen, "Using Tongue-Strengthening Exercise Programs in Dysphagia Intervention," *Asia Pacific J. Speech, Lang. Hear.*, vol. 14, no. 3, pp. 139-146, 2011, doi: 10.1179/jslh.2011.14.3.139.

[3] S. K. Archer, I. Wellwood, C. H. Smith, and D. J. Newham, "Dysphagia therapy in stroke: A survey of speech and language therapists," *Int. J. Lang. Commun. Disord.*, vol. 48, no. 3, pp. 283-296, 2013, doi: 10.1111/1460-6984.12006.

[4] A. S. Mohamed, R. S. Sharshar, R. M. Elkolaly, and S. M. Serageldin, "Upper airway muscle exercises outcome in patients with obstructive sleep apnea syndrome," *Egypt. J. Chest Dis. Tuberc.*, vol. 66, no. 1, pp. 121-125, 2017, doi: 10.1016/j.ejcdt.2016.08.014.

[5] C. Van Dyck et al., "The effect of orofacial myofunctional treatment in children with anterior open bite and tongue dysfunction: A pilot study," *Eur. J. Orthod.*, vol. 38, no. 3, pp. 227-234, 2016, doi: 10.1093/ejo/cjv044.

[6] S. Department of Health and Nutritional Science South Dakota State University, Brookings, "Throat and Jaw Exercise Training to Treat Obstructive Sleep Apnea." <https://www.sdstate.edu/directory?view=detail&ci=4091>.

[7] K. C. Guimarães, L. F. Drager, P. R. Genta, B. F. Marcondes, and G. Lorenzi-Filhoy, "Effects of oropharyngeal exercises on patients with moderate obstructive sleep apnea syndrome," *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, vol. 179, no. 10, pp. 962-966, 2009, doi: 10.1164/rccm.200806-981OC.

[8] S. A. Deshmukh, S. S. Shrivastav, R. H. Kamble, N. S. Sharma, A. M. Golchha, and K. R. Ratnani, "Evaluation of Tongue Pressure in Cases with Horizontal, Vertical, and Average Growth Patterns using an Innovative Flexi Force Palatovision Appliance: An In Vivo Study," *J. Indian Orthod. Soc.*, vol. 52, no. 3, pp. 184-188, 2018, doi: 10.4103/jios.jios_189_17.

[9] M. Stephens, "The Effectiveness of Speech and Language Therapy for Poststroke Aphasia," *Am. J. Nurs.*, vol. 117, no. 11, p. 19, 2017, doi: 10.1097/01.NAJ.0000526741.00314.d9.

[10] H. Y. Liu et al., "A novel tongue pressure measurement instrument with wireless mobile application control function and disposable positioning mouthpiece," *Diagnostics*, vol. 11, no. 3, 2021, doi: 10.3390/DIAGNOSTICS11030489.

[11] A. W. A. Antu, S. Abdussamad, and I. Z. Nasibu, "Rancang Bangun Running Text pada Dot Matrix 16X160 Berbasis Arduino Uno Dengan Update Data System Menggunakan Perangkat Android Via Bluetooth," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 8-13, 2020, doi: 10.37905/jjee.v2i1.4321.

[12] N. K. Nento, B. P. Asmara, and I. Z. Nasibu, "Rancang Bangun Alat Peringatan Dini Dan Informasi Lokasi Kebakaran Berbasis Arduino Uno," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 13-18, 2021, doi: 10.37905/jjee.v3i1.8339.

[13] Interlink Electronics, "Interlink Electronics FSR® Force Sensing Resistors®," pp. 1-33, 2016, [Online]. Available: http://www.digikey.co.uk/Web_Export/Supplier_Content/InterlinkElectronics_1027/PDF/Interlink_Electronics_Integration_Guide.pdf?redirected=1.

[14] P. Information and R. Products, "https://www.interlinkelectronics.com/fsr-402," 2022. <https://www.interlinkelectronics.com/fsr-402>.

[15] L. Fried, "Force Sensitive Resistor (FSR)," *Adafruit Learn. Syst.*, pp. 1-19, 2012, [Online]. Available: <https://learn.adafruit.com/force-sensitive-resistor-fsr>.