

# Rancang Bangun Perangkat Belajar *Braille* Elektronik Berbasis *Raspberry Pi*

Hidayat<sup>1</sup>, Muhammad Yusuf<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Komputer, Universitas Komputer Indonesia, Bandung, Indonesia  
[hidayat@email.unikom.ac.id](mailto:hidayat@email.unikom.ac.id)

Diterima 7 April 2020

Disetujui 16 Juni 2020

**Abstract**—The aim of the present research was to design and implement a *braille* electronic learning device for helping children who are blind in studying. The method used was an experimental method that includes the study of literature, the design process, the process of implementing tool manufacturing and also functional testing. This is made easier for blind people to learn to arrange words in *braille* and translate it to english or bahasa vice versa and convert *braille* to speech using eSpeak application, as a very popular application with free access. The system designed consists of the *Raspberry Pi* as the main data processor, six push-buttons as input for *braille* codes, five push-buttons as control buttons, external MMC memory as a storage place for the operating system documents used by *Raspberry Pi* and also as a storage place for digital information such as applications that are made and also voices and the speaker functions as voice output, and also the LCD functions to display letters or numbers entered by users, it is only intended for teachers or instructors who can see when accompanying blind students. The overall system test results produce the expected output, which can speak words or numbers and translate words in two languages (Bahasa-English) correctly.

**Index Terms**—Braille, Braille Electronic Learning, Braille to Speech, Raspberry Pi, Tunanetra

## I. PENDAHULUAN

Kesempatan belajar merupakan hak bagi semua anak-anak khususnya di Indonesia, tak terkecuali anak-anak berkebutuhan khusus, salah satunya adalah anak-anak penyandang tunanetra. Anak-anak yang memiliki keterbatasan tersebut oleh pemerintah telah disediakan fasilitas pendidikan khusus disesuaikan dengan derajat dan jenis difabelnya yang disebut dengan Sekolah Luar Biasa (SLB).

Namun, saat ini sebagian besar sarana dan alat bantu pembelajaran bagi tunanetra di SLB secara umum masih konvensional yaitu menggunakan *reglet* dan *stylus* [1]. Penulisan *braille* dengan perangkat tersebut harus dituliskan pada kertas khusus yang tebal agar dapat diraba oleh penyandang tunanetra pada saat belajar membaca. Proses belajar seperti memerlukan seorang guru pendamping yang memahami kode *braille* untuk melafalkan setiap kode *braille*. Sementara itu, pada penelitian [2] ditemui bahwa

siswa tunanetra menghadapi beberapa keterbatasan dalam mengakses dan memanfaatkan fasilitas Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) untuk meningkatkan kualitas pengalaman belajarnya. Hal ini juga dapat disebabkan karena terbatasnya perangkat aplikasi TIK yang diperuntukkan bagi penyandang tunanetra. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan terkait perangkat belajar bagi tunanetra salah satunya adalah pada penelitian [3] yang membahas tentang pelafalan suku kata dari kode *braille*. Penelitian lainnya, yaitu penelitian perangkat belajar iqra dan Al-Qur'an [4]–[6].

Pada *paper* ini dibahas sebuah penelitian pengembangan pada perangkat belajar menyusun huruf dan kata secara elektronik bagi tunanetra. Oleh karena itu, sistem yang dirancang harus dapat membaca huruf, kata maupun kalimat yang dimasukkan dalam kode *braille*. Selain itu, perangkat juga dirancang agar dapat menerjemahkan kata maupun kalimat dalam bahasa Inggris ke Indonesia ataupun sebaliknya sebagai alat bantu belajar bahasa Inggris. Keluaran perangkat yang dirancang berupa suara pelafalan kata maupun kalimat yang dimasukkan oleh pengguna. Proses penerjemahan kata maupun kalimat ke pelafalan menggunakan aplikasi *eSpeak* yang merupakan aplikasi *Text to Speech* (TTS) yang populer untuk menerjemahkan teks ke dalam suara seperti yang digunakan pada penelitian [7] dan [8]. Selain itu, aplikasi *eSpeak* dapat diakses secara gratis. Adanya perangkat belajar *braille* elektronik yang dapat langsung dioperasikan oleh siswa tunanetra ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan penyandang tunanetra kepada pendamping selama melakukan belajar secara mandiri.

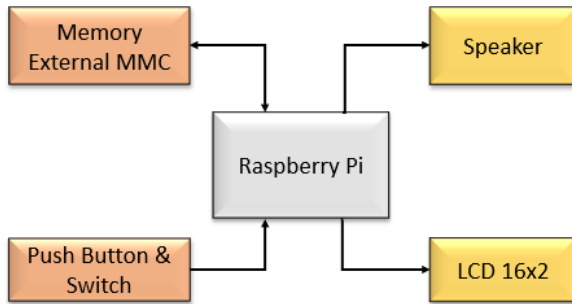
## II. PERANCANGAN

Perancangan yang dilakukan terdiri dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

### A. Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras ditentukan sejumlah komponen yang diperlukan untuk membangun perangkat yang akan dirancang. Sistem

perangkat keras yang dirancang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem

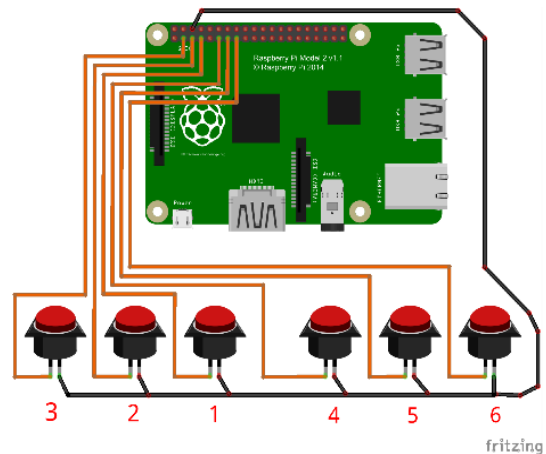
Sejumlah komponen yang digunakan adalah:

- *Push button*, berfungsi sebagai masukan berbentuk *braille* untuk huruf atau angka yang akan diubah menjadi suara.
- *Raspberry Pi*, berfungsi sebagai pengolah data sehingga dapat melakukan pembacaan pada masukan *push button* dan mengeluarkannya dalam bentuk suara melalui *Speaker*. *Raspberry* merupakan sebuah 2omputer berukuran kecil yang termasuk kedalam jenis (*single-board circuit*, SBC)[9]. *Raspberry Pi* banyak digunakan pada banyak aplikasi sebagai pengontrol utama. Secara umum, *Raspberry Pi* digunakan untuk sistem pengontrolan dan pemantauan [10]–[13].
- Memori *External MMC*, berfungsi sebagai tempat penyimpanan dokumen sistem operasi yang digunakan oleh *Raspberry Pi* dan juga sebagai tempat penyimpanan informasi digital seperti aplikasi yang dibuat dan juga suara.
- *Speaker*, berfungsi sebagai keluaran berbentuk suara.
- LCD 16x2, berfungsi untuk menampilkan huruf atau angka yang dimasukkan oleh pengguna, LCD ini hanya diperuntukan bagi guru atau pengajar yang dapat melihat ketika mendampingi pelajar tunanetra selama belajar.

Selain itu, sistem catu daya pada perangkat yang dirancang menggunakan baterai yang dapat diisi ulang sehingga saat penggunaan perangkat tidak memerlukan kabel yang terus tersambung pada daya listrik PLN.

Pada alat terdapat rangkaian *push button* yang merupakan salah satu komponen utama. *Push button* digunakan sebagai masukan huruf dan angka dalam bentuk kode *braille* yang nantinya akan diterjemahkan oleh *Raspberry Pi* dengan program *Python* yang telah dibuat. *Push button* disusun sesuai dengan standar mesin ketik *braille* bagi tunanetra [14], sehingga penyandang tunanetra dapat dengan mudah memahami letak titik *braille* berdasarkan *push button*. Gambar 2

merupakan rancangan *push button* yang berfungsi sebagai masukan kode *braille* dengan enam *push button*.



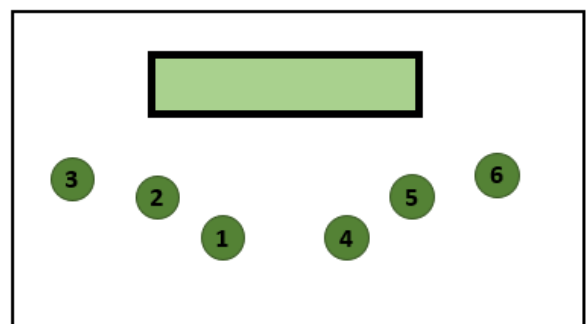
Gambar 2. Rangkaian *push button* kode *braille*

Rincian pin GPIO yang digunakan oleh tombol *braille* untuk terhubung dengan *Raspberry Pi* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian GPIO Pin untuk tombol *braille*

No.	GPIO	No. Pin	Keterangan
1	4	7	<i>Braille</i> Titik Nomor 3
2	3	5	<i>Braille</i> Titik Nomor 2
3	2	3	<i>Braille</i> Titik Nomor 1
4	17	11	<i>Braille</i> Titik Nomor 4
5	27	13	<i>Braille</i> Titik Nomor 5
6	22	15	<i>Braille</i> Titik Nomor 6

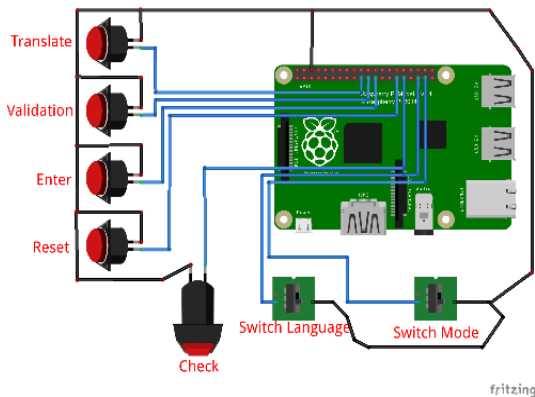
Rancangan penempatan 6 tombol kode *braille* pada perangkat diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Penempatan *push button* pada perangkat

Selain sebagai masukan yang mewakili enam titik *braille*, terdapat juga lima *push button* yang difungsikan sebagai navigasi, antara lain validasi, *enter*, *reset*, *terjemah*, dan juga sebagai penanda masukan angka atau huruf, selain itu juga terdapat dua

saklar sebagai pemilihan mode dan bahasa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



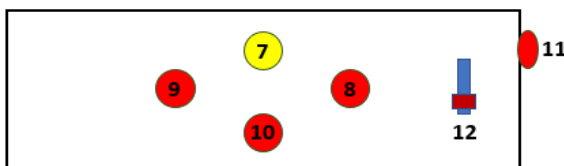
Gambar 4. Rangkaian *push button* dan switch sebagai navigasi

Tabel 2 merupakan rincian pin GPIO dan fungsi masing-masing tombol navigasi yang terletak pada bagian belakang perangkat.

Tabel 2. Rincian GPIO Pin untuk tombol navigasi

No.	Push button	GPIO	No. Pin	Fungsi
7	Validasi	9	21	Tombol untuk memvalidasi jika masukan kode <i>braille</i> yang telah ditekan
8	Enter	11	23	Tombol untuk memulai pelafalan suara dari kata atau angka yang disusun.
9	Reset	19	35	Tombol untuk membersihkan tampilan pada LCD dan juga Terminal Linux.
10	Check	6	31	Untuk menentukan masukan berupa huruf atau angka
11	Translate	10	19	Tombol untuk menterjemahkan kata yang telah disusun
12	Switch Bahasa	5	29	Untuk memilih bahasa yang akan digunakan (Indonesia / Inggris)

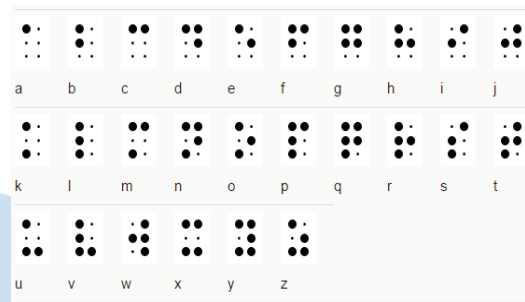
Gambar 5 merupakan gambar rancangan penempatan tombol dan *switch* navigasi pada bagian depan perangkat.



Gambar 5. Penempatan tombol navigasi pada bagian depan perangkat

*B. Perancangan Perangkat Lunak*

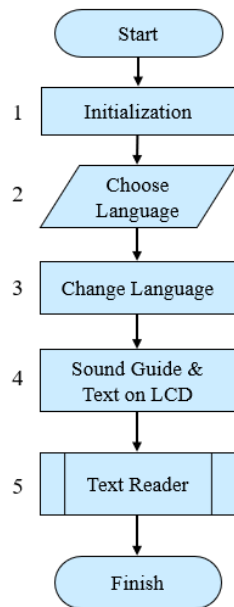
Pada bagian ini, sistem dirancang agar dapat mengubah kode *braille* menjadi huruf dan angka. Kode *braille* untuk alfabet ditunjukkan pada Gambar 6. Sementara itu, kode *braille* untuk angka 1 hingga 9 sama dengan kode *braille* untuk huruf A hingga I. Selain itu, kode *braille* untuk angka 0 setara dengan huruf J. Metode konversi dirancang dengan mengikuti aturan dan ketentuan untuk pembacaan *braille* melalui manual instruksi pada [14].



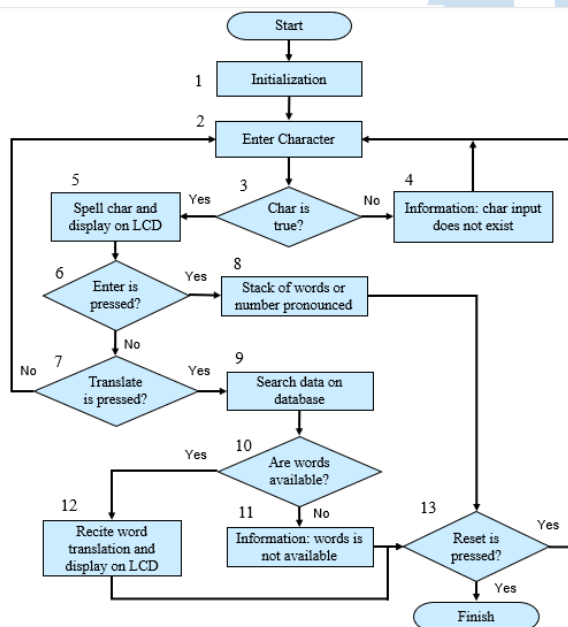
Gambar 6. Kode *braille* untuk huruf

Diagram alir program utama perancangan perangkat lunak pada *Raspberry Pi* diperlihatkan pada Gambar 7. Selanjutnya, implementasi alur program tersebut dibuat menggunakan bahasa pemrograman Python yang dijalankan pada *Raspberry Pi*. Selain itu, program aplikasi yang digunakan untuk melakukan pengubahan dari huruf, angka maupun kata ke dalam bentuk suara adalah program aplikasi *eSpeak*.

Adapun penjelasan alur program utama pada Gambar 7 adalah sebagai berikut: (1) pada tahap awal program akan melakukan proses inisialisasi pada *port* GPIO *Raspberry Pi* dan variabel-variabel yang digunakan dalam program utama; (2) selanjutnya, sistem akan membaca masukan pemilihan bahasa yang akan digunakan apakah bahasa Inggris atau Indonesia; pemasukan bahasa ini diperoleh dari saklar pemilihan bahasa (*switch language*); (3) setelah bahasa yang akan digunakan dipilih maka sistem akan mengubah bahasa yang digunakan berdasarkan pilihan; (4) pada tahap ini sistem akan mengeluarkan suara panduan penggunaan perangkat bagi pengguna; (5) selanjutnya, sistem akan mulai menjalankan prosedur *Text Reader*, yaitu prosedur untuk menjalankan pembacaan masukan kode *braille* dan melafalkan susunannya dan juga dapat melafalkan terjemahannya.



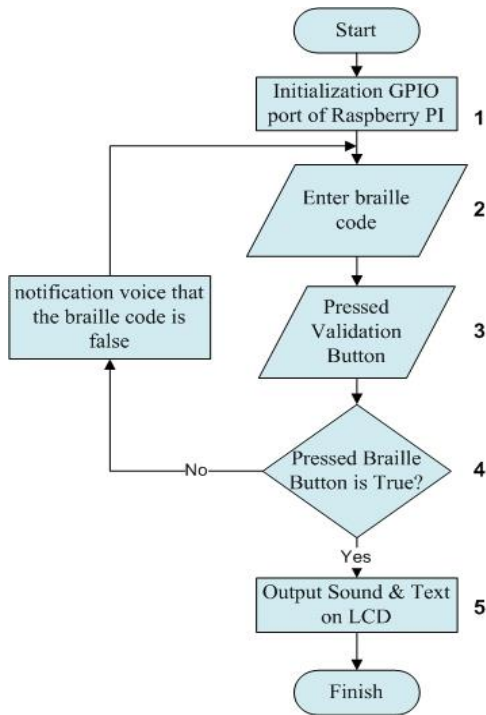
Gambar 7. Diagram alir program utama

Gambar 8. Diagram alir prosedur *Text Reader*

Selanjutnya, diagram alir prosedur *Text Reader* yang menjadi bagian inti pada perangkat ini ditampilkan pada Gambar 8. Adapun penjelasan alur program prosedur tersebut adalah sebagai berikut: (1) pada tahap awal program akan melakukan proses inialisasi pada port GPIO dan variabel-variabel yang digunakan pada bagian prosedur ini; (2) selanjutnya sistem menunggu pemasukan karakter dari *push button* melalui prosedur *Enter Character*; (3) kemudian sistem akan memeriksa apakah karakter yang dimasukkan sesuai dengan yang terdapat pada

sistem atau tidak; (4) jika karakter yang dimasukkan tidak terdapat dalam sistem maka sistem akan mengeluarkan informasi kesalahan dalam bentuk suara bahwa karakter yang dimasukkan tidak tersedia pada sistem dan program akan kembali ke pembacaan karakter; (5) jika karakter yang dimasukkan terdapat pada sistem maka sistem akan menampilkan karakter tersebut pada LCD dan melafalkannya; (6) selanjutnya sistem akan membaca apakah ada penekanan tombol *Enter* atau tidak; (7) jika tidak ada penekanan pada tombol *Enter* maka sistem akan membaca apakah tombol *Translate* ditekan atau tidak; (8) jika tombol *Enter* ditekan maka sistem akan menjalankan prosedur untuk melafalkan kata (susunan karakter) atau angka yang telah dimasukkan sebelumnya; (9) jika tombol *Translate* ditekan maka sistem akan menjalankan prosedur untuk mencari kata yang dimasukkan dalam *database*; (10) selanjutnya sistem akan mendeteksi apakah kata terdapat dalam *database* atau tidak; (11) jika kata tidak terdapat dalam *database* maka sistem akan memberikan informasi bahwa kata yang dimasukkan tidak terdapat dalam *database* sistem; (12) jika kata yang dimasukkan terdapat dalam *database* maka sistem akan melafalkan hasil terjemahan dari kata yang telah dimasukkan tersebut; (13) dan pada bagian akhir, sistem akan membaca

Diagram alir pemasukan karakter (*Enter Character*) ditampilkan pada Gambar 9. Adapun penjelasan alur program pada Gambar 9 adalah sebagai berikut: (1) pada tahap awal program akan melakukan proses inialisasi pada *Port GPIO* dan variabel-variabel yang digunakan pada penekanan tombol *Reset* untuk memastikan program kembali ke tahap awal bagian prosedur ini; (2) selanjutnya sistem akan menjalankan pembacaan masukan karakter dari enam buah *push button* (*push button* 3, 2, 1, 4, 5, 6 yang mewakili enam titik kode *braille*); (3) kemudian sistem akan memeriksa apakah karakter yang dimasukkan terdapat pada sistem atau tidak setelah dilakukan penekanan tombol validasi; (4) jika karakter yang dimasukkan tidak terdapat pada sistem akan memberikan informasi kesalahan dalam bentuk suara bahwa karakter yang dimasukkan tidak dikenali oleh sistem dan program akan kembali ke pembacaan karakter; (5) jika karakter yang dimasukkan terdapat pada sistem, sistem akan menampilkan karakter tersebut pada LCD dan melafalkannya.



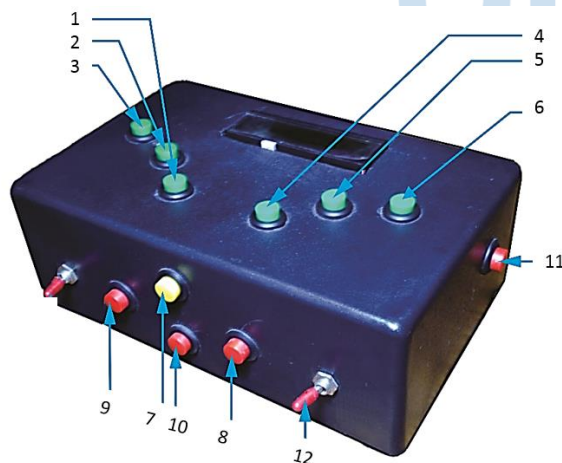
Gambar 9. Diagram alir prosedur *Enter Character*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas tentang hasil perancangan dan pengujian telah dilakukan pada perangkat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibangun telah berfungsi dengan benar atau tidak.

A. Tampilan Perangkat Keras

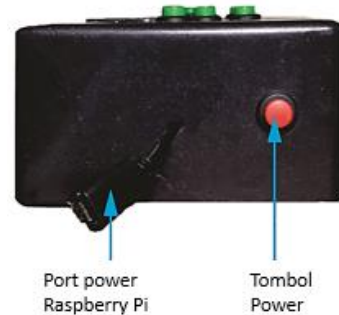
Hasil rancangan perangkat keras *braille electronic learning* diperlihatkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Perangkat yang telah dirancang

Pada gambar 10 terdapat sejumlah *push button* yang digunakan untuk memasukkan karakter dalam kode *braille* (*push button* 1, 2, 3, 4, 5, 6) dan *push*

*button* untuk untuk navigasi (*push button* 7, 8, 9, 10, 11). Penempatan *push button* ini disesuaikan dengan kemampuan jangkauan ujung jari-jemari pengguna. Selain itu, perangkat juga dilengkapi dengan *port* untuk mengisi daya baterai dan tombol *power* seperti ditampilkan pada Gambar 11. Sementara itu, pada Gambar 12 ditunjukkan indikator baterai penuh dan lemah serta *port jack audio* untuk memasang *speaker* atau *earphone*.



Gambar 11. Tampilan perangkat pada bagian samping kiri



Gambar 12. Tampilan perangkat pada bagian belakang

Adapun spesifikasi perangkat yang telah dibangun ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi dari alat yang telah dibangun

Komponen		Spesifikasi
Platform	Mini PC	<i>Raspberry Pi 2</i>
Display	Tipe	LCD
	Ukuran	16x2
Suara	3.5mm jack	Ya
Body	Ukuran	18 x 11 x 6 cm
	Berat	538 gram
Baterai	Kapasitas	4 cell 8050 mAh
	Daya tahan	7 jam
	Waktu isi ulang	6 jam (full charger)
	Indikator	Ya
Fitur	User	Multi-user
	Kamus	IND-ENG-IND (5295 kata)

*B. Pengujian Pelafalan Angka, Huruf dan Simbol*

Hasil pengujian masukan angka huruf dan simbol serta pelafalannya ditunjukkan pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 4. Pengujian masukan angka

Angka	Push button						Terlantunkan
	3	2	1	4	5	6	
1	o	o	•	o	o	o	√
2	o	•	•	o	o	o	√
3	o	o	•	•	o	o	√
4	o	o	•	•	•	o	√
5	o	o	•	o	•	o	√
6	o	•	•	•	o	o	√
7	o	•	•	•	•	o	√
8	o	•	•	o	•	o	√
9	o	•	o	•	o	o	√
0	o	•	o	•	•	o	√

Hasil pengujian angka pada Tabel 4 menunjukkan bahwa setiap angka dasar yang dimasukkan dapat dikenali oleh sistem dengan benar.

Tabel 5. Hasil pengujian masukan perhuruf

Huruf	Push button						Terlantunkan
	3	2	1	4	5	6	
A	o	o	•	o	o	o	√
B	o	•	•	o	o	o	√
C	o	o	•	•	o	o	√
D	o	o	•	•	•	o	√
E	o	o	•	o	•	o	√
F	o	•	•	•	o	o	√
G	o	•	•	•	•	o	√
H	o	•	•	o	•	o	√
I	o	•	o	•	o	o	√
J	o	•	o	•	•	o	√
K	•	o	•	o	o	o	√
L	•	•	•	o	o	o	√
M	•	o	•	•	o	o	√
N	•	o	•	•	•	o	√
O	•	o	•	o	•	o	√
P	•	•	•	•	o	o	√
Q	•	•	•	•	•	o	√
R	•	•	•	o	•	o	√
S	•	•	o	•	o	o	√
T	•	•	o	•	•	o	√
U	•	o	•	o	o	•	√
V	•	•	•	o	o	•	√
W	o	•	o	•	•	•	√
X	•	o	•	•	o	•	√
Y	•	o	•	•	•	•	√
Z	•	o	•	o	•	•	√
Spasi	•	o	o	o	o	•	√

Hasil pengujian huruf pada Tabel 5 menunjukkan bahwa setiap huruf yang dimasukkan dapat dikenali oleh sistem dengan benar.

Tabel 6. Hasil pengujian masukan simbol

Huruf	Push button						Terlantunkan
	3	2	1	4	5	6	
.	o	•	o	o	•	•	√
,	o	•	o	o	o	o	√
;	•	•	o	o	o	o	√
:	o	•	o	o	•	o	√
!	•	•	o	o	•	o	√
?	•	•	o	o	o	•	√
(	•	•	o	o	•	•	√
)	•	•	o	o	•	•	√
<	•	•	o	o	•	•	√
>	•	•	o	o	•	•	√
*	•	o	o	o	•	o	√
/	•	o	o	•	o	o	√
+	•	•	o	•	o	•	√
-	•	o	o	o	o	•	√
%	•	•	•	•	o	o	√
=	o	o	o	•	•	o	√
√	o	•	•	•	•	•	√

Hasil pengujian simbol pada Tabel 6 menunjukkan bahwa setiap simbol yang dimasukkan dapat dikenali oleh sistem dengan benar.

*C. Pengujian Pelafalan Kata dan Susunan Kata*

Sementara itu, hasil pengujian kata dan susunan kata atau kalimat diperlihatkan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Pengujian pelantunan perkata

No.	Kalimat	Terlantunkan
1	Aku	√
2	Anda	√
3	Kamu	√
4	Kami	√
5	buku	√
6	Masih	√
7	yusuf	√
8	bangga	√
9	apel	√
10	kita	√
11	baru	√
12	saja	√
13	ingin	√
14	kamus	√
15	sakti	√
16	you	√
17	we	√
18	hope	√
19	brother	√
20	sister	√

21	<i>will</i>	√
22	<i>grandfather</i>	√
23	<i>distended</i>	√
24	<i>moon</i>	√
25	<i>sun</i>	√

Hasil pengujian pelafalan kata pada Tabel 7 menunjukkan bahwa sistem dapat mengenali kata dalam bahasa Indonesia dan Inggris dengan benar dan melantungkannya dengan baik.

Tabel 8. Pengujian pelantunan susunan kata

No.	Kalimat	Terlantunkan
1	milik kami	√
2	punya saya	√
3	bersama sama	√
4	belum sampai	√
5	masih berlaku	√
6	ada disana	√
7	hanya anda	√
8	kurang satu	√
9	lebih indah	√
10	mari bergabung	√
11	baru beli saja	√
12	hanya ingin roti	√
13	ingin pulang saja	√
14	kamus indonesia	√
15	<i>always you</i>	√
16	<i>we eat</i>	√
17	<i>new game</i>	√
18	<i>star wars</i>	√
19	<i>so well</i>	√
20	<i>i need help</i>	√
21	<i>you can see</i>	√
22	<i>i don't care</i>	√
23	<i>i feel you</i>	√
24	<i>we will go</i>	√
25	<i>strong hold</i>	√

Hasil pengujian pelafalan susunan kata pada Tabel 8 menunjukkan bahwa sistem dapat mengenali susunan kata dalam bahasa Indonesia dan Inggris.

#### D. Pengujian Penerjemahan dan Pelafalan Kata

Hasil pengujian alur program penerjemahan dalam kata bahasa Indonesia dan Inggris ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengujian algoritma penerjemah

No.	Kata dalam B. Indonesia	Hasil terjemah dalam B. Inggris	Status	Terlantunkan
1	abad	century	ada	√
2	abadi	eternal	ada	√
3	abah	direction	ada	√
4	abah_abah	harness	ada	√
5	abai	neglectful	ada	√

6	abang	elder brother	ada	√
7	abdidaemisme	sycophancy	ada	√
8	abdikasi	abdication	ada	√
9	aben	cremate	ada	√
10	abjad	alphabet	ada	√
11	babak	stage	ada	√
12	babi	Pig	ada	√
13	baca	Read	ada	√
14	bacar	garrulous	ada	√
15	cabai	Chili	ada	√
16	cacar	smallpox	ada	√
17	cacat	disability	ada	√
18	cacing	Worm	ada	√
19	Cadangan	Receve	ada	√
20	Dabing	dubbing	ada	√

Hasil pengujian pada Tabel 9 memperlihatkan bahwa sistem dapat menerjemahkan dengan baik dan benar pada setiap akan yang dimasukkan.

#### E. Pengujian Pelafalan Angka Lebih dari Satu Angka

Selain itu, pengujian juga dilakukan dengan masukan angka. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Pengujian pelantunan angka

No.	Angka	Terlantunkan
1	10	√
2	11	√
3	12	√
4	13	√
5	17	√
6	19	√
7	20	√
8	21	√
9	27	√
10	28	√
11	31	√
12	39	√
13	41	√
14	49	√
15	100	√
16	101	√
17	120	√
18	150	√
19	190	√
20	220	√
21	290	√
22	500	√
23	1000	√
24	1932455	√
25	7638956	√

Hasil pengujian pada Tabel 10 menunjukkan bahwa sistem dapat melantunkan angka lebih dari satu angka dengan baik dan benar.

## IV. SIMPULAN DAN SARAN

Perancangan perangkat *braille* learning elektronik bertujuan agar dapat membantu belajar membaca huruf, kata dan susunan kata secara elektronik. Hasil implementasi rancangan dan pengujian pada perangkat belajar *braille* elektronik untuk anak-anak penyandang tunanetra menunjukkan telah berfungsi dengan baik. Perangkat yang dirancang dapat membaca semua masukan huruf, angka, simbol, kata dan susunan kata yang diujikan dengan benar serta dapat melafalkannya dengan baik. Selain itu, perangkat yang telah dibangun dapat menerjemahkan kata yang telah disimpan sebelumnya dalam database dengan benar serta dapat melantungkannya dengan baik. Tahapan selanjutnya dari hasil penelitian ini adalah bagaimana mengimplementasikan penggunaan perangkat ini kepada anak-anak penyandang tunanetra sehingga dapat dirasakan manfaatnya secara langsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. H. Kway, N. M. Salleh, and R. A. Majid, "Slate and stylus: An alternative tool for *Braille* writing," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 7, no. C, pp. 326–335, 2010.
- [2] I. Eligi and K. Mwantimwa, "ICT accessibility and usability to support learning of visually-impaired students in Tanzania Innosencia Eligi Tanzania Library Services Board. International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology, 13(2), 87-10," *Int. J. Educ. Dev. Using Inf. Commun. Technol.*, vol. 13, no. 2, pp. 87–102, 2017.
- [3] H. Hidayat and A. Prafanto, "Electronic Voice for Set of the Syllables from *Braille* Code Input based on Microcontroller," *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 9, no. December, pp. 1–8, 2016.
- [4] H. Hidayat and A. Nugraha, "Perancangan Perangkat Elektronik Media Pembelajaran Iqra dalam Kode *Braille*," *J. Sist. Komput.*, vol. 5, no. 2, pp. 65–71, 2015.
- [5] H. Hidayat and F. Rahmatullah, "Rancang Bangun AL-Qur'an Audio Player by Ayah (QuPA) 1.0," *Maj. Ilm. Unikom*, vol. 12, no. 1, pp. 53–60, 2014.
- [6] H. Hidayat and L. Nurjanah, "Perancangan al-Qur'an Player untuk Tunanetra menggunakan Mikrokontroler dan DFPlayer," *Komputika J. Sist. Komput.*, vol. 7, no. 2, pp. 87–94, 2018.
- [7] T. Zerrouki, M. M. A. Shquier, A. Balla, N. Bousbia, I. Sakraoui, and F. Boudardara, "Adapting eSpeak to Arabic language: Converting Arabic text to speech language using eSpeak," *Int. J. Reason. Intell. Syst.*, vol. 11, no. 1, pp. 76–89, 2019.
- [8] R. Kastrati, M. Hamiti, and L. Abazi, "The opportunity of using eSpeak as Text-to-Speech synthesizer for Albanian Language," in *ACM International Conference Proceeding Series*, 2014, vol. 883, pp. 179–186.
- [9] H. Chaudhari, "*Raspberry Pi* Technology: A Review," vol. 2, no. 3, pp. 83–87, 2015.
- [10] M. S. D. Gupta, V. Patchava, and V. Menezes, "Healthcare based on IoT using *Raspberry Pi*," *Proc. 2015 Int. Conf. Green Comput. Internet Things, ICGCIoT 2015*, pp. 796–799, 2016.
- [11] A. A. Alkandari and S. Moein, "Implementation of monitoring system for air quality using *Raspberry Pi*: Experimental study," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 10, no. 1, pp. 43–49, 2018.
- [12] R. Shete and S. Agrawal, "IoT Based Urban Climate Monitoring using *Raspberry Pi*," in *International Conference on Communication and Signal Processing 2016*, 2016, pp. 2008–2012.
- [13] V. S. Arumuga Perumal, K. Baskaran, and S. K. Rai, "Implementation of Effective and Low-cost Building Monitoring System (BMS) using *Raspberry Pi*," *Energy Procedia*, vol. 143, pp. 179–185, 2017.
- [14] C. Risjord, *Instruction manual for Braille transcribing*, 5th ed. Washington DC: National Library Service for the Blind and Physically Handicapped., 2009.

