

Perancangan dan Implementasi Iqra Braille Elektronik Berbasis Mikrokontroler dan Android

Design and Implemetation of Electronic Iqra Braille Based on Microcontroller and Android

Hidayat^{1*}, B al Amin²

¹)Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati Ukur No. 112 - 116, Bandung, Indonesia 40132

²)Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati Ukur No. 112 - 116, Bandung, Indonesia 40132

*email: hidayat@email.unikom.ac.id

ABSTRACT – Braille codes are letters that are known by blind people to be able to obtain information through books including the Qur'an. The availability of media to learn to read the Qur'an in Braille code for blind people is very limited. In addition, the availability of teachers of the Koran for the blind is very limited because not many people can see normally who understands the Qur'anic letters in Braille code, so it is necessary to design and implement an Iqra Electronic Braille device to facilitate the reading process. the Qur'an in Braille code for blind people. One of the Koran learning methods applied in this design is the Iqra method. This device consists of two parts, namely a device for teachers / instructors in the form of an android application and a device for students / blind people who will learn in the form of electronic devices Braille cell viewers using piezoelectric mechanics. Communication between the Teacher's device and the Student's device uses wireless communication media, namely Bluetooth. The Iqra electronic device for the visually impaired is expected to facilitate teachers to teach blind people to read the Qur'an in the Braille code using the Iqra method as an effort to reduce the illiteracy of the Qur'an, especially blind people.

Keywords – Iqra Braille Electronic; Braille codes; Android; Blind People.

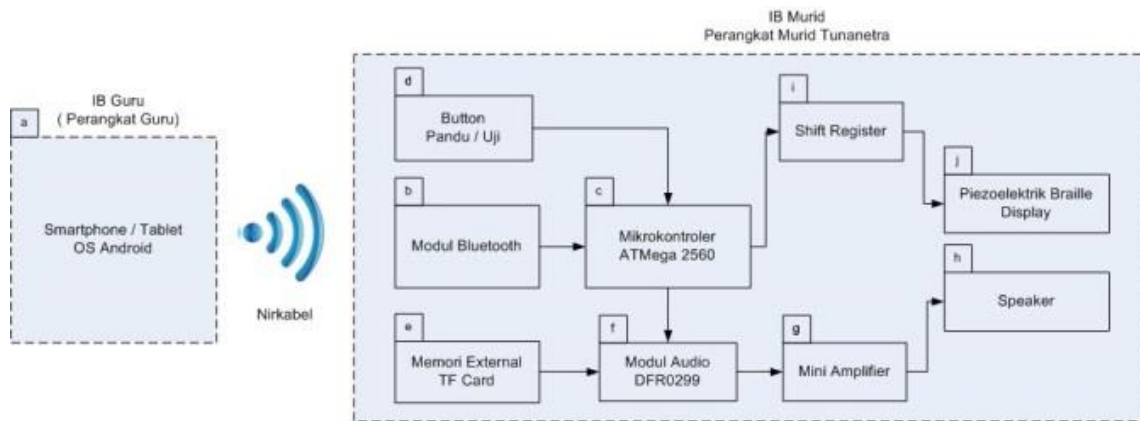
ABSTRAK – Kode-kode braille merupakan huruf-huruf yang dikenal oleh penyandang tunanetra untuk dapat memperoleh informasi melalui buku termasuk al-Qur'an. Ketersediaan media untuk belajar membaca al-Qur'an dalam kode Braille bagi penyandang tunanetra sangatlah terbatas. Selain itu, ketersediaan pengajar al-Qur'an bagi tunanetra pun sangat terbatas karena tidak banyak orang yang dapat melihat secara normal yang memahami huruf al-Qur'an dalam kode Braille, sehingga perlu merancang dan mengimplementasikan perangkat Iqra Braille Elektronik untuk memudahkan proses belajar membaca al-Qur'an dalam kode Braille bagi penyandang tunanetra. Salah satu metoda belajar al-Qur'an yang diterapkan pada perancangan ini adalah metoda Iqra. Perangkat ini terdiri dari dua bagian, yaitu perangkat bagi guru/pengajar berupa aplikasi android dan perangkat bagi murid/penyandang tunanetra yang akan belajar berupa perangkat elektronik penampil sel Braille menggunakan mekanik piezoelectric. Komunikasi antara perangkat Guru dan perangkat Murid menggunakan media komunikasi wireless, yaitu Bluetooth. Perangkat Iqra elektronik bagi tunanetra ini diharapkan dapat memudahkan pengajar untuk mengajarkan penyandang tunanetra membaca al-Qur'an dalam kode Braille menggunakan metoda Iqra sebagai upaya mengurangi buta huruf al-Qur'an khususnya penyandang tunanetra.

Kata kunci: Iqra Braille Elektronik, kode Braille; Android; Penyandang Tunanetra.

1. PENDAHULUAN

Al-Qur'an merupakan kitab suci pemeluk agama Islam dan menjadi pedoman untuk menjalankan kehidupannya di dunia. Oleh karenanya, setiap muslim, tak terkecuali penyandang tunanetra, wajib

dapat membaca, memahami serta mengamalkan al-Qur'an dalam kehidupan sehari-hari. Besarnya manfaat dalam memahami dan mengamalkan al-Qur'an disebutkan dalam beberapa penelitian, yaitu al-Qur'an dapat menjadi alat untuk mengatasi stres dan menenangkan pikiran dan juga meningkatkan



Gambar 1. Diagram blok perangkat keras.

prestasi belajar [1], [2], [3].

Pada umumnya, tahapan awal seseorang untuk dapat membaca al-Qur'an adalah melalui pembelajaran Iqra. Namun, perangkat pembelajaran Iqra bagi penyandang tunanetra sangat terbatas. Oleh karena itu, diperlukan Iqra braille bagi penyandang tunanetra sebagai langkah awal untuk mempelajari kitab suci al-Qur'an. Pada kenyataannya, dalam kehidupan sehari-hari guru mengaji yang khusus mengajar murid penyandang tunanetra sangat terbatas, sehingga akan ditemui kendala dalam kegiatan belajar mengajar Iqra braille. Masalah lain adalah ketika seorang guru Iqra belum memahami huruf Iqra braille yang akan diajarkan kepada murid penyandang tunanetra, sehingga dibutuhkan sebuah perangkat atau alat yang dapat membantu proses kegiatan belajar mengajar antara guru dan murid penyandang tunanetra dalam mempelajari Iqra braille.

Pada penelitian yang akan dilakukan merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya, yaitu perancangan perangkat al-Qur'an braille elektronik yang dimaksudkan untuk mengatasi terbatasnya kesediaan al-Qur'an braille cetak[4]. Pada penelitian pengembangan ini difokuskan pada muatan materi Iqra[5] dengan mengikuti pedoman penulisan al-Qur'an Braille yang dikeluarkan oleh Departemen Agama dan Lajnah Pentashihan Mushaf al-Qur'an[6].

2. METODE DAN BAHAN

Metoda perancangan yang dilakukan adalah metoda eksperimental. Perancangan yang dilakukan terdiri dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

2.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras berisi perancangan keseluruhan sistem. Gambar 1 adalah diagram blok perangkat keras keseluruhan sistem.

Penjelasan diagram blok keseluruhan sistem adalah sebagai berikut:

- Smartphone/Tablet**, berfungsi sebagai masukan kalimat Iqra dengan menggunakan program berbasis android.
- Bluetooth[7]**, berfungsi sebagai media transmisi data serial yang menghubungkan antara *device* guru dan *device* murid.
- Mikrokontroler ATmega 2560[8]**, berfungsi untuk memproses data, yaitu berupa fungsi logika dan aritmatika. Mikrokontroler ATmega 2560 memproses data masukan dari *smartphone* untuk diolah dan dikirim ke rangkaian *shift register* dan modul *audio*.
- Button Pandu/Uji**, berfungsi untuk memilih mode pandu bila perangkat ingin mengeluarkan suara untuk memandu, dan mode uji bila perangkat digunakan untuk menguji santri (tanpa suara).
- Memori TF Card**, berfungsi sebagai media penyimpanan file suara (ayat) untuk mendukung kinerja modul *audio*.
- Modul Audio DFR0299[9]**, berfungsi sebagai modul *audio* mp3 yang akan menjalankan file yang tersimpan di memori tf card.
- Mini Amplifier**, berfungsi untuk mengubah sinyal *input* dengan amplitude rendah menjadi *output* dengan amplituda yang lebih tinggi dengan frekuensi tetap.
- Speaker**, berfungsi mengubah sinyal listrik menjadi frekuensi *audio* (sinyal suara) yang dapat didengar oleh telinga manusia.
- Shift Register[10]**, sebagai perangkat untuk menggeser data dari sel pertama hingga sel ke dua puluh dan berfungsi sebagai konverter data serial menjadi data paralel (*Serial In Paralel Out*) untuk mengaktifkan *piezoelectric braille cell*.
- Piezoelektrik Braille Display[11]**, berfungsi sebagai aktuator untuk diraba oleh murid

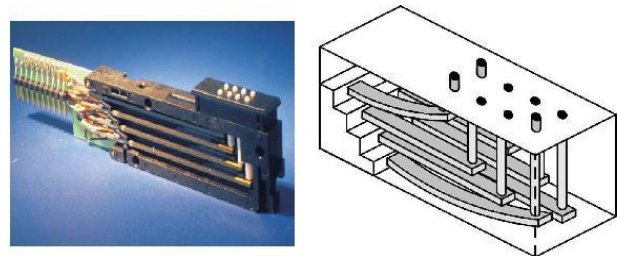
tunanetra yang merupakan representasi dari karakter braille hijaiyah.

Piezoelektrik Braille Cell

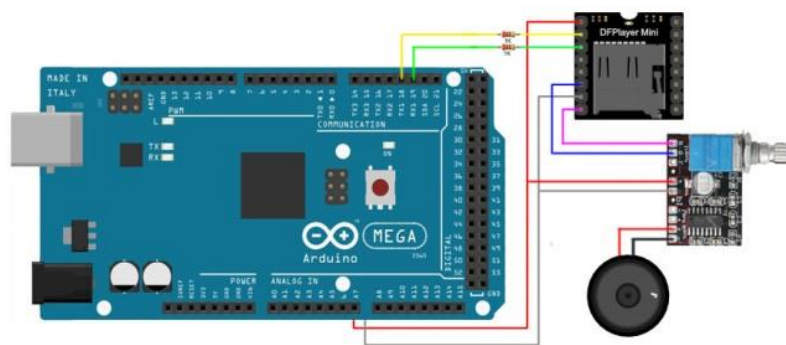
Piezoelektrik Braille Cell merupakan satu kesatuan dari karakter braille yang dapat ditampilkan sesuai atau tergantung pada masukan perintah. *Piezoelektrik Braille Cell* terdiri dari bimorphs piezoelektrik, dan *dot* atau titik putih sebagai aktuator dalam hal ini digunakan sebagai tanda sentuh bagi tunanetra. Setiap sel memiliki delapan titik dalam array 4x2 persegi panjang yang dikendalikan oleh bimorph piezoelektrik.

Piezoelektrik braille cell memerlukan tegangan sekitar 150 VDC pada setiap sel braille, dimana didalamnya terdapat 10 pin seperti yang ditunjukkan di Gambar 2.

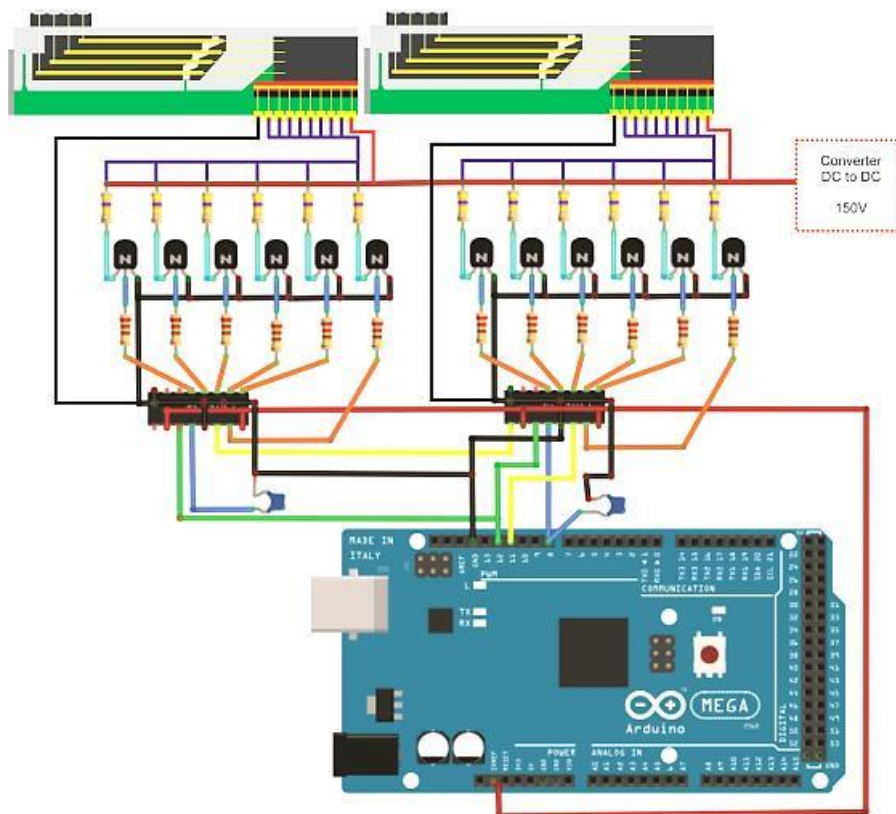
Ketika tegangan 150VDC diterapkan untuk setiap pin dot braille sel, bimorphs piezoelektrik dalam braille sel akan membungkuk dan membuat titik turun (kedalam). Saat tegangan 0V diterapkan, maka sebaliknya. Beberapa karakter Braille dapat dibentuk dengan menerapkan cara kerja ini.



Gambar 2. Piezoelektrik Braille cell[11]



Gambar 3. Rangkaian konfigurasi modul audio DFR0299



Gambar 4. Skema rangkaian shift register

Modul Audio

Modul *audio* yang digunakan adalah DFR0299. Modul *audio* digunakan untuk mengambil data *audio* berformat mp3 pada memori *TF Card* dan mengirimkannya pada modul *amplifier*. Agar modul *audio* dapat menjalankan fungsinya maka diperlukan perintah berupa kode program. Kode program yang diterima oleh modul *audio* dikirim oleh mikrokontroler melalui pengiriman data secara *serial* melalui pin 3 sebagai penerima (RX) dan pin 4 sebagai pengirim (TX). Gambar 3 adalah skematik rangkaian modul *audio* DFR0299.

Shift Register

Rangkaian *shift register* berfungsi untuk mengeser data dari sel pertama hingga sel ke dua puluh dan sebagai rangkaian *serial in parallel out* karena data yang diterima mikrokontroler adalah *serial* sedangkan alat harus memberikan data *parallel* pada modul *piezoelectric braille display*, sehingga rangkaian ini berfungsi sebagai media yang menjembatani antara rangkaian *piezoelektrik* dan mikrokontroler.

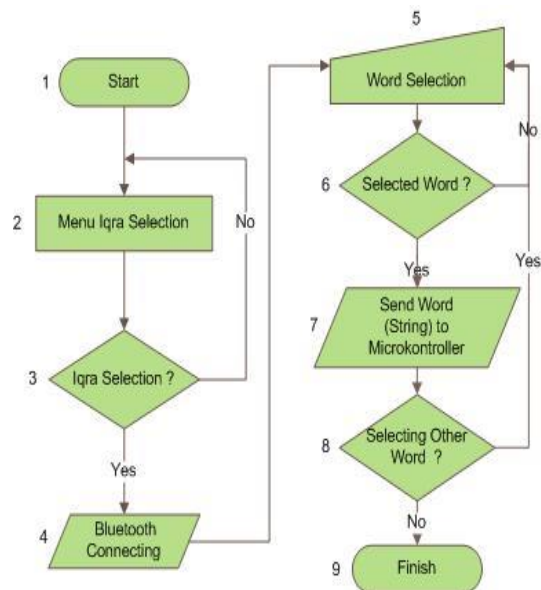
Tampilan antarmuka pada android ditampilkan pada gambar 5. Penjelasan masing-masing bagian pada gambar 5 adalah sebagai berikut:

1. Tampilan *monitoring* braille, yaitu hasil yang muncul ketika bacaan Iqra pada program *android* berhasil dikirim ke mikrokontroler, yang berfungsi untuk mencocokkan hasil pada *piezoelektrik* dengan aplikasi android.
2. *Button* kalimat hijaiyah, *button* tombol untuk memilih kalimat yang ingin diajarkan pada murid/santri.
3. *Button* exit, untuk keluar dari aplikasi.
4. *Button* suara, untuk mengaktifkan atau menonaktifkan output suara.
5. *Button* back, untuk kembali ke halaman sebelumnya

6. Tampilan halaman, indikator menunjukan halaman yang sedang dipilih atau aktif.
7. *Button* next, untuk pindah ke halaman selanjutnya.
8. *Button* hapus, untuk menghapus tampilan monitoring braille, dan *clear* aktuator *piezoelektrik*.
9. *Button* kirim, untuk mengirim kalimat yang diajarkan ke perangkat braille yang otomatis dikonversi kedalam biner dan mengirimnya berupa string ke mikrokontroler.

Diagram Alir Program Android

Diagram alir pada program *Android* ditampilkan pada gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir program android (device guru)

Penjelasan diagram alir pada gambar 7, terdapat



Gambar 5. Tampilan program android.

pada tabel 1.

Tabel 1. Keterangan diagram alir *Android*

No.	Keterangan
1	Mulai.
2	Pemilihan menu iqra braille elektronik
3	Memeriksa pemilihan menu
4	Menghubungkan dengan bluetooth yang tersedia, dalam hal ini bluetooth dari device murid (hc 06)
5	Pemilihan menu kalimat iqra yang ingin diajarkan
6	Memeriksa pemilihan kalimat iqra yang ingin diajarkan
7	Mengirimkan kalimat, kalimat sudah dirubah menjadi bilangan biner yang dikirim ke mikrokontroler dalam bentuk string
8	Kembali memilih kalimat bila ingin melanjutkan mengajar
9	Selesai

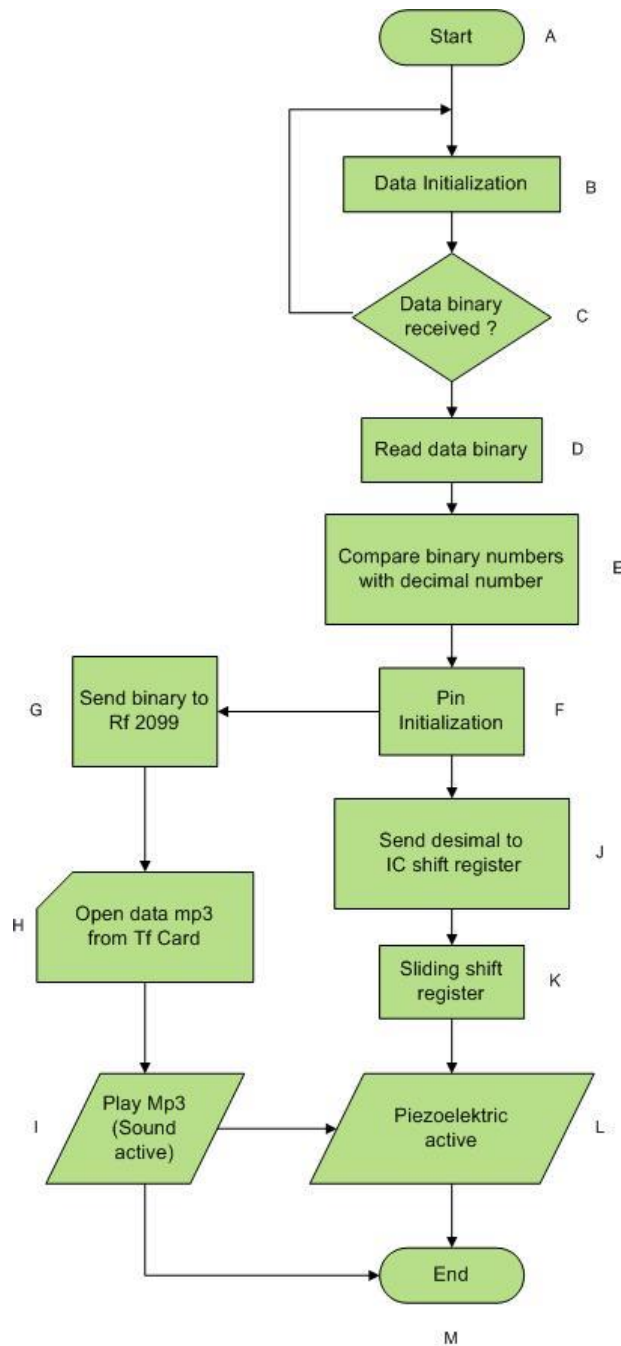
2.3 Diagram Alir Perangkat Braille

Diagram alir pada program yang ditanamkan pada Mikrokontroler ditampilkan pada gambar 7.

Penjelasan diagram alir pada gambar 7 ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Keterangan diagram alir perangkat keras (device murid)

No	Keterangan
A	Mulai.
B	Inisialisasi serial <i>port</i> dan kondisi awal alat. Memeriksa kondisi, apakah data dari aplikasi App Inventor berhasil diterima oleh mikrokontroler atau tidak. Jika ya, maka berlanjut ke (D), namun jika data tidak diterima, maka kembali ke proses inisialisasi program mikro- kontroler.
C	Proses membaca data yang diterima oleh mikrokontroler dari program <i>App Inventor</i> , berupa karakter biner.
D	Proses perbandingan data, antara bilangan biner dan desimal, untuk selajutnya dikirim ke IC <i>shift register</i> 74HC595.
E	Mengirim data ke modul Mp3 (Dfr0299)
G	Ambil data mp3 dari Tf Card eksternal
H	Output suara ayat atau kalimat sesuai dengan perintah yang dikirim
I	Proses inisialisasi pin IC74HC595 (<i>Latch,Data,Clock</i>) oleh mikrokontroler.
F	Proses mengirim bilangan desimal dari mikrokontroler ke <i>driver</i> IC <i>shift register</i> 74HC595.
J	Terjadi proses pergeseran data di IC <i>shift register</i> 74HC595. <i>Shift register</i> yang digunakan adalah SIPO (<i>Serial In Parallel Out</i>) dimana masukan data serial berupa bilangan desimal dan keluarannya secara paralel adalah nyala lampu LED.
K	Ouput (Piezoelektrik Aktif)
L	Selesai.



Gambar 7. Diagram alir perangkat keras braille

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengujian dan analisis ini, akan menguji dan menganalisis sistem alat yang telah dirancang bangun, dimana alat ini terdiri dari dua bagian yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Dari alat tersebut telah dilakukan pengujian sehingga didapatkan sebuah data dan analisis.

A. Pengujian Program Android

Pengujian Pemilihan Menu

Pengujian pemilihan menu merupakan pengujian fungsionalitas untuk menampilkan cara memilih menu iqra pada aplikasi yang mengarahkan

pada masing-masing materi Iqra. Hasil pengujian pemilihan menu ditunjukkan pada tabel 3. Berdasarkan hasil pengujian, pemilihan menu yang dibuat telah berfungsi dengan baik.

Pengujian Tombol Navigasi

Pengujian fungsi tombol navigasi merupakan pengujian fungsionalitas untuk menampilkan atau memindahkan halaman pada setiap Iqra yang dipilih pada aplikasi. Hasil pengujian tombol navigasi ditunjukkan pada tabel 4. Berdasarkan hasil pengujian, sistem navigasi dapat berfungsi dengan baik.

Pengujian Komunikasi Bluetooth

Pengujian komunikasi bluetooth merupakan pengujian fungsionalitas untuk menampilkan bluetooth yang tersedia pada aplikasi yang untuk dihubungkan dengan perangkat keras (device murid). Hasil pengujian komunikasi Bluetooth ditunjukkan pada tabel 5. Berdasarkan hasil pengujian, komunikasi Bluetooth dapat dapat berfungsi dengan baik.

Pengujian Fungsi Tombol Hapus

Tombol Hapus memiliki dua fungsi, yaitu untuk menghapus teks yang ada pada *indicator android* dan untuk mereset pin piezoelektrik yang ada pada perangkat braille (*Hardware*). Ketika isi data *textbox* dan isi data mikrokontroler pada perangkat braille dalam keadaan kosong, kemudian tombol "clear" ditekan maka hasilnya pada indikator android maupun sel piezoelektrik tetap kosong karena tidak ada data yang dihapus.

Berbeda halnya pada pengujian kedua, pada saat data pada *indikator android* dan data pada mikrokontroler (perangkat braille) dalam keadaan terisi oleh data, maka hasil yang didapatkan ketika tombol "clear" ditekan adalah indikator keadaannya *reset* dari yang sebelumnya berisi data, kemudian keadaan *hardware display* braille *reset* pula dari yang sebelumnya menyala. Hasil pengujian tombol hapus ditunjukkan pada tabel 6. Berdasarkan hasil pengujian, tombol hapus dapat berfungsi dengan baik.

Tabel 3. Pengujian pemilihan menu

Kasus dan hasil uji (data normal)			
Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Simpulan
Button menu Iqra 1 sampai 6	Menampilkan halaman iqra yang dipilih dan pilihan bluetooth	Halaman iqra yang dipilih dan Bluetooth ditampilkan	[✓] Berhasil [] Gagal
Kasus dan hasil uji (data salah)			
Selain button menu	Tetap pada halaman utama	Tetap pada halaman utama	[✓] Berhasil [] Gagal

Tabel 4. Pengujian tombol navigasi

Kasus dan hasil uji (data normal)			
Data Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Button <i>next</i> atau <i>back</i>	Menampilkan halaman iqra yang dipilih,	halaman iqra yang dipilih ditampilkan	[✓] Berhasil [] Gagal
Kasus dan hasil uji (data salah)			
Button lain	Tetap pada halaman yang sama	Tetap pada halaman yang sama	[✓] Berhasil [] Gagal

Tabel 5. Pengujian komunikasi Bluetooth

Kasus dan hasil uji (data normal)			
Data Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Bluetooth 30:14:29:04 HC-06	Menampilkan halaman konten iqra	Menampilkan halaman konten iqra	[✓] Berhasil [] Gagal
Kasus dan hasil uji (data salah)			
Bluetooth lain	Error 515 (Pairing Error)	Error 515 (Pairing Error)	[✓] Berhasil [] Gagal

Tabel 6. Hasil pengujian fungsi tombol hapus

Isi indikator <i>android</i>	Isi data Mikro kontrol	Ketika tombol hapus ditekan		Status
		<i>Monitoring</i> Braille di android	Hardware	
kosong	Kosong	Mati	mati	Berhasil
berisi	Berisi	nyala ke mati	nyala ke mati	Berhasil

Pengujian Masukan dan Keluaran Perangkat Iqra Braille

Pada pengujian ini *input* data berupa bacaan Iqra pada program *Android* dan *output* berupa bacaan Iqra braille dapat dilihat pada modul braille, dan untuk memonitor *output* bacaan Iqra braille dapat dilihat pada *monitoring* braille yang terdapat pada program *Android*, seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan indikator braille pada program Android

Hasil pengujian pengujian masukan dan keluaran Iqra ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengujian masukan dan keluaran Iqra

No	Masukan	Tampilan (indikator) Iqra Braille pada program Android	Hasil
1	ثَابِتٌ		Valid
2	كَارَمٌ		Valid
3	ثَاقِبٌ		Valid
4	عَاقِبَاحٌ		Valid
5	فَوَاحِشٌ		Valid
6	لَعِبٌ		Valid
7	طَبَاقٌ		Valid
8	سَافِلَهَا		Valid
9	بَاصِرٌ		Valid
10	يَاصِرٌ		Valid
11	بَ طَلٌ		Valid
12	صَادِقَاتٌ		Valid

Tabel 7, menampilkan sebuah pengujian terhadap data masukan Iqra yang diambil dari aplikasi android iqra braille sebanyak 12 buah dari 30 buah data yang ada, dan 29 keluaran Iqra braille pada program *android* sesuai/valid dengan tulisan iqra braille yang disusun dan direncanakan. Berdasarkan hasil pengujian terhadap seluruh materi Iqra, maka data hasil pengujian tersebut mempunyai persentase keberhasilan sebesar $= \frac{27}{27} \times 100\% = 96\%$.

Pengujian Jarak Pengiriman Data

Sistem ini menggunakan media transmisi bluetooth dalam melakukan pengiriman data karakter huruf hijaiyah maka perlu dilakukan

pengujian jarak maksimal untuk mengirim data. Tabel 8 merupakan pengujian jarak pengiriman data.

Tabel 8. Pengujian Jarak Pengiriman Data

No	Jarak	Keterangan
1	1 meter	Berhasil
2	2 meter	Berhasil
3	3 meter	Berhasil
4	4 meter	Berhasil
5	5 meter	Berhasil
6	6 meter	Berhasil
7	7 meter	Berhasil
8	8 meter	Berhasil
9	9 meter	Berhasil
10	10 meter	Gagal

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 8, Bluetooth yang digunakan hanya dapat bekerja pada jarak sampai sekitar 9 meter. Pengujian tersebut dilakukan tanpa ada gangguan, sehingga bila terhalang banyak tembok akan mempengaruhi jarak.

B. Pengujian Hardware

Pengujian hardware iqra braille dilakukan untuk menunjukkan keakuratan dari rangkaian dalam menampilkan setiap sel piezoelektrik yang diharapkan sesuai dengan tulisan iqra braille yang sebelumnya sudah disusun dan dirancang. Selain itu, pengujian dilakukan pula pada parameter lainnya, yaitu suara ayat yang keluar setiap materi iqra dipilih/dikirim. Bentuk aktuator perangkat braille diperlihatkan pada gambar 10.

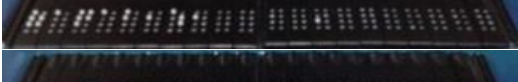


Gambar 10. Aktuator Display Braille Cell

Hasil pengujian aktuator braille dan suara pada perangkat keras ditunjukkan pada tabel 9. Materi Iqra yang ditampilkan pada tabel 9 adalah materi Iqra 3.

Pada pengujian iqra 3 dari 27 materi yang ada seluruh pengujian aktuator braille valid/sesuai dengan tulisan iqra braille yang disusun dan direncanakan, sehingga memiliki persentase keberhasilan sebesar $= \frac{28}{30} \times 100\% = 93\%$. Selain itu, pada pengujian suara, seluruh materi iqra 3 yang ditampilkan dapat terlantunkan dengan baik sehingga memiliki persentase keberhasilan sebesar $= \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$.

Tabel 9. Hasil Pengujian Keluaran Pada Hardware

No	Masukan Iqra	Keluaran Iqra braille pada Perangkat Keras (Piezoelektrik)	Pengujian	
			Braille	Suara
1	ثَابِتْ		Valid	Valid
2	كَارَمْ		Valid	Valid
3	ثَابِتْ		Valid	Valid
4	عَاقِبَاحْ		Valid	Valid
5	فَوَاحِشْ		Valid	Valid
6	لَعِبْ		Valid	Valid
7	طِبَاقْ		Valid	Valid
8	سَافِلَهَا		Valid	Valid
9	بَاصِرْ		Valid	Valid
10	يَاصِرْ		Valid	Valid

4. KESIMPULAN

Perangkat Iqra Braille Elektronik yang terdiri dari Perangkat Lunak (Android) dan Perangkat Keras merupakan perangkat yang diharapkan dalam membantu memudahkan dalam pembelajaran Iqra bagi penyandang tunanetra. Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa rancangan dan imlementasi perangkat yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik. Hal ini berdasarkan hasil pengujian terhadap keduanya, di antaranya:

- Setiap data masukan serta komunikasi datanya dapat diproses dengan baik.
- Hasil keluaran atau indikator Braille pada Perangkat Lunak (Android) sudah sesuai standar penulisan huruf braille yang dikeluarkan oleh Mushaf Lajnah Pentafsihan al-Qur'an Braille.
- Hasil keluaran (Braille Display) pada Perangkat Keras (Device Murid) sudah sesuai standar pembacaan/perabaan tunanetra dan dapat terbaca dengan baik.
- Semua kalimat yang dipilih 100% pada perangkat mengeluarkan suara sesuai dengan kalimat yang dipilih.

Langkah selanjutnya yang akan dilakukan adalah menerapkan perangkat ini dalam proses pembelajaran Iqra pada penyandang tunanetra. Selain itu, dapat pula dilakukan pengembangan dengan menambahkan metoda lainnya, sehingga memberikan pilihan bagi guru dan siswa dalam belajar membaca al-Qur'an.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Komputer Indonesia yang telah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Fazrena, N. Humaimi, and N. Aini, "Modeling brain activities during reading working memory task: Comparison between reciting Quran and reading book," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 97, pp. 83-89, 2013.
- [2] Y. Masduki, "Implikasi Psikologis Bagi Penghafal Al-Qur'an," *J. Medina-Te*, vol. 18, no. 1, pp. 18-35, 2018.
- [3] M. Hidayat, Ginanjar, "Aktivitas Menghafal Al-Qur'an dan Pengaruhnya terhadap Prestasi

- Akademik Mahasiswa," *J. Edukasi Islam. J. Pendidik. Islam*, vol. 06, no. 11, 2017.
- [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] A. Humam, *Buku Iqro' Cara Cepat Membaca al-Qur'an*, Yogyakarta: Balai Litbang LPTQ Nasional, 2000.
- [6] M. Shohib, *Pedoman Membaca dan Menulis al-Qur'an Braille*. Jakarta: Departemen Agama dan Lajnah Pentashihan al-Qur'an, 2011.
- [7] *DF-Bluetooth V3 Bluetooth Module*. [online]. Available at: [http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/DFBluetoothV3_Bluetooth_module_\(28SKU:TEL0026\)](http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/DFBluetoothV3_Bluetooth_module_(28SKU:TEL0026)): <http://www.dfrobot.com>. [Accessed 2 Jun. 2015].
- [8] Arduino. "Arduino Mega 2560". [online]. Available at: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>. [Accessed 9 Jun. 2015].
- [9] Dfrobtor. "DFPlayer - A Mini MP3 Player". [online]. Available at: https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/DFPlayer_Mini_SKU:DFR0299 [Accessed 2 Jun. 2015].
- [10] Texas Instruments, "CD74HC595 8-Bit Shift Register Swith 3-State Output Registers", [online]. Available at: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd74hc595.pdf>. [Accessed 18 April 2015].
- [11] Metec. "P16 Piezoelectric Braille Cell Module". [Online]. Available at: <http://www.metec-ag.de/company.html>. [Accessed 8 April 2015].