

# **BrailleKita : APLIKASI MUDAH ALIH KOD BRAILLE BAHASA MELAYU**

**Puteri Alissa Mazlan, Dahlila Putri Dahnil**

**Fakulti Teknologi & Sains Maklumat  
43600 Universiti Kebangsaan Malaysia**

## **Abstrak**

Kekurangan platform pembelajaran Braille dalam Bahasa Melayu menjadi cabaran utama bagi keluarga yang mempunyai ahli keluarga buta untuk memberikan sokongan yang mencukupi dalam pembelajaran Braille. Hal ini turut memberi kesan kepada guru pendidikan khas, yang kebanyakannya merupakan individu celik tetapi kurang mahir dalam pembelajaran Braille dalam Bahasa Melayu. Di samping itu, aplikasi Braille dalam Bahasa Melayu yang sedia ada adalah sangat terhad, menyukarkan akses kepada bahan pembelajaran yang mudah dan juga fleksibel. Keadaan ini melambatkan penguasaan braille dalam kalangan individu buta kerana ahli keluarga mereka tidak mempunyai pendedahan yang mencukupi terhadap Braille dalam Bahasa Melayu. Begitu juga bagi guru yang mengajar individu buta, mereka sering bergantung kepada bahan bercetak sebagai sumber utama memandangkan bahan pembelajaran Braille dalam Bahasa Melayu secara dalam talian masih sukar diperoleh. Bagi menangani isu ini, sebuah aplikasi mudah alih kod Braille Bahasa Melayu akan dibangunkan untuk memberi pendedahan kepada ahli keluarga terdekat, sekali gus membantu dalam proses pembelajaran Braille bagi individu buta. Aplikasi ini juga dapat membantu menyediakan bahan pembelajaran tambahan yang lebih mudah diakses bagi guru pendidikan khas. Ia akan mengandungi nota pembelajaran, latihan interaktif, serta kuiz untuk menguji pemahaman pengguna tentang kod asas Braille dalam Bahasa Melayu. Pembangunan aplikasi ini menggunakan pendekatan *Agile* yang membolehkan proses pembangunan dilakukan secara iteratif dengan penambahbaikan berterusan. Melalui aplikasi ini, ahli keluarga terdekat dan guru yang mengajar individu buta dapat memperkasakan sokongan mereka dari segi pembelajaran Braille dalam Bahasa Melayu. Ia bukan sahaja dapat membantu mempercepatkan proses pembelajaran Braille dalam Bahasa Melayu bagi individu buta, malah turut meningkatkan pemahaman dan kemahiran mereka dalam menguasai sistem Braille dengan lebih mendalam.

## **Abstract**

*The lack of a Braille learning platform in Malay is a major challenge for families with blind family members to provide adequate support in learning Braille. This also has an impact on special education teachers, most of whom are literate but less skilled in learning Braille in Malay. In addition, the existing Braille*

*applications in Malay are very limited, making it difficult to access easy and flexible learning materials. This situation delays the mastery of braille among blind individuals because their family members do not have sufficient exposure to Braille in Malay. Similarly, for teachers who teach blind individuals, they often rely on printed materials as the main source since online Braille learning materials in Malay are still difficult to obtain. To deal with this issue, a mobile application for learning Braille in Malay will be developed to give exposure to close family members, thereby helping in the Braille learning process for blind individuals. This application can also help provide additional learning materials that are more accessible for special education teachers. It will contain learning notes, interactive exercises, and quizzes to test users' understanding of the basic Braille code in Malay. The development of this application uses an Agile approach that allows the development process to be carried out iteratively with continuous improvement. Through this application, immediate family members and teachers who teach blind individuals can strengthen their support in terms of learning Braille in Malay. It can not only help speed up the process of learning Braille in Malay for blind individuals, but also increase their understanding and skills in mastering the Braille system more effectively.*

## **1.0 PENGENALAN**

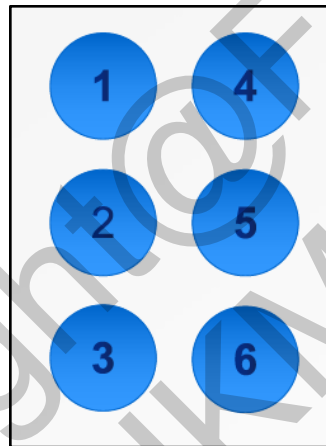
Keluarga ialah seisi rumah tangga yang terdiri daripada suami dan isteri atau berserta anak-anak (DBP 2007). Keluarga juga adalah sekumpulan individu yang mempunyai ikatan atau hubungan, sama ada melalui pertalian darah, perkahwinan, atau pengangkatan, dan tinggal bersama atau saling berinteraksi antara satu sama lain. Keluarga merupakan sumber utama kasih sayang dan berfungsi sebagai tempat pertama untuk individu memperoleh pendidikan asas dan bimbingan dalam menghadapi cabaran kehidupan, sekaligus membina kemahiran sosial dan keyakinan diri. Individu yang terdiri dalam kalangan Orang Kurang Upaya (OKU) penglihatan juga tidak terkecuali dalam keperluan untuk mendapatkan bimbingan dan pendidikan awal daripada keluarga. Ahli keluarga terdekat bagi individu yang buta sering sahaja membantu mereka dalam menguruskan kehidupan seharian, tetapi dari segi konteks pembelajaran braille, penglibatan mereka menjadi sangat terhad. Hal ini kerana kurangnya pendedahan tentang pembelajaran asas braille yang diberikan kepada ahli keluarga. Penguasaan braille oleh ahli keluarga yang celik dapat membantu dalam memberi sokongan dari segi pendidikan braille terhadap individu buta. Tanpa sokongan ini, orang buta mungkin akan merasa terasing dan kurang keyakinan serta akan mengambil masa yang lama untuk mempelajari pendidikan braille. Ia juga akan menyebabkan

individu buta sukar untuk meminta bantuan daripada ahli keluarga mereka dari segi pembelajaran braille.

Di samping ahli keluarga, guru celik yang mengajar kelas pendidikan khas turut berperanan untuk memberikan pengetahuan braille kepada pelajar yang buta. Namun, kekurangan tenaga pengajar dalam bidang braille telah menjadi masalah yang membimbangkan, tambahan lagi dengan peningkatan bilangan pelajar yang memerlukan perhatian dan bimbingan yang khusus. Salah satu faktor yang menyebabkan kekurangan guru dalam pendidikan khas adalah kerana tidak semua guru yang ditempatkan di kelas pendidikan khas ini mempunyai latar belakang dan latihan khusus dalam bidang ini. Guru yang tidak mahir dalam pembelajaran braille akan menghadapi kesukaran untuk menyediakan bahan bacaan dan pengajaran yang sesuai untuk pelajar. Malah, guru yang celik juga haruslah mempelajari braille terlebih dahulu supaya dapat mengajar pelajar yang mempunyai masalah penglihatan dengan lebih baik. Oleh itu, keperluan untuk mempunyai tenaga pengajar yang celik dan mahir dalam bidang pendidikan braille adalah sangat penting pada masa kini. Sebagai contoh, guru yang mempunyai latar belakang dalam bidang braille dan mahir dalam pengajarannya sangat diperlukan supaya dapat mengajar dan membimbing pelajar yang buta tentang huruf dan tulisan braille dengan lebih baik. Dengan peningkatan jumlah pelajar buta yang memerlukan pendidikan berkualiti, guru-guru yang terlatih dapat memberikan sokongan dari segi pembelajaran braille dan bimbingan yang lebih berkesan.

Braille, merupakan sistem tulisan bagi orang buta yang terdiri daripada titik-titik timbul yang mewakili aksara tertentu, dan dapat dibaca secara menyentuhnya dengan jari (DBP 2007). Sistem ini menggunakan 'sel' braille yang terdiri daripada kombinasi enam titik yang disusun berdasarkan konfigurasi 3x2, di mana tiga titik disusun secara menegak dan dua titik disusun secara mendatar seperti di dalam Rajah 1. Terdapat banyak aplikasi kod braille yang boleh dimuat turun melalui *App Store* ataupun *Google Play Store* pada zaman sekarang. Setiap daripada aplikasi tersebut mempunyai ciri- ciri yang tersendiri dan juga unik. Kebanyakan aplikasi kod braille yang telah wujud dan diperkenalkan merupakan aplikasi kod braille dalam Bahasa Inggeris manakala aplikasi kod braille di dalam Bahasa Melayu masih terhad. Perkembangan aplikasi kod Braille dalam Bahasa Melayu adalah satu langkah yang penting dalam menyokong pembelajaran individu buta dari segi pembelajaran braille. Aplikasi ini bukan sahaja mampu membantu golongan buta, tetapi

ia juga dapat memberi peluang kepada ahli keluarga terdekat dan guru-guru celik untuk mempelajari asas braille dalam Bahasa Melayu. Dengan aplikasi ini, ahli keluarga serta guru-guru celik yang mengajar pelajar buta dapat meningkatkan keupayaan dan pemahaman mereka dalam mengenali huruf dan asas braille dalam Bahasa Melayu . Seterusnya, ia juga dapat menyokong proses pembelajaran braille secara lebih berkesan. Sokongan daripada ahli keluarga dan guru-guru celik sangat penting untuk memastikan individu buta dapat mempelajari braille dengan lebih berkesan, sekali gus mengeratkan komunikasi dan interaksi di antara kedua-dua pihak. Platform ini direka khas bagi memudahkan pembelajaran asas braille dalam Bahasa Melayu, menjadikannya alat bantu mengajar yang berguna bagi keluarga terdekat dan juga guru pendidikan khas.



Rajah 1 Cara penulisan kod braille

## 2.0 KAJIAN LITERATUR

Penyelidikan terkini dan teknologi berkaitan braille menjadi landasan yang penting dalam pembangunan alat bantu digital dan aplikasi mudah alih kod braille. Usaha ini bertujuan untuk membantu pelbagai lapisan masyarakat, terutama sekali bagi ahli keluarga individu buta dan juga guru celik yang mendidik pelajar yang mempunyai masalah penglihatan. Teknologi seperti aplikasi mudah alih membolehkan pembelajaran braille dijalankan dengan lebih mudah dan mesra pengguna. Tambahan pula, integrasi *cloud* dalam aplikasi mudah alih kod braille semakin meningkat, memberikan akses yang lebih luas dan kemas kini berterusan kepada pengguna tanpa mengira lokasi. Beberapa kajian mengenai alat pendidikan kod braille akan dibincangkan untuk

memahami keperluan pengguna serta memastikan bahawa aplikasi ini dapat membantu ahli keluarga bagi individu buta dan guru celik dalam mempelajari braille dengan lebih berkesan.

## 2.1 Sorotan Kajian Lepas

Dapatan kajian menunjukkan bahawa terdapat dua laman web yang dibangunkan untuk mempelajari Braille di Malaysia iaitu eKodBrailleBM dan eBrailleHijaiyyah (Nur Syazwani Abd Aziz 2023). eKodBrailleBM merupakan laman web bagi pembelajaran kod braille Bahasa Melayu manakala eBrailleHijaiyyah merupakan laman web bagi pembelajaran Quran Braille. Kedua-dua laman sesawang ini telah dibangunkan oleh sekumpulan penyelidik dari Universiti Sains Malaysia (USM). Laman portal eKodBrailleBM ini menyediakan aktiviti pengajaran, pembelajaran, latihan dan uji diri secara atas talian. Melalui sistem tutorial ini, pengguna akan dibimbing oleh guru dan rakan-rakan avatar. Sistem tutorial ini mempunyai 5 tahap pembelajaran iaitu bermula dari tahap 1 sehingga tahap 5 yang bersifat kumulatif dan ansur-maju seperti dalam Jadual 1.

Jadual 1 Tahap pembelajaran dalam eKodBrailleBM

|         |                      |                                                                                                                                                                                      |
|---------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tahap 1 | Asas Braille         | Menawarkan pengenalan asas braille mengenai perkataan Bahasa Melayu dan abjad braille.                                                                                               |
| Tahap 2 | Singkatan Braille    | Mengajar tentang singkatan dan pemendekan perkataan braille.                                                                                                                         |
| Tahap 3 | Tanda Braille        | Mempunyai pembelajaran yang berkait dengan tanda-tanda khas yang digunakan dalam penulisan braille seperti tanda baca, tanda kata ringkas, tanda kata singkatan dan tanda kata awal. |
| Tahap 4 | Tanda Matematik Asas | Mendedahkan tentang pembelajaran angka dalam sistem penulisan braille dan juga tanda matematik asas.                                                                                 |
| Tahap 5 | Membraille Teks      | Menerangkan mengenai kod braille Bahasa Melayu dan penulisan sebuah artikel ringkas menggunakan sistem penulisan braille.                                                            |

Pengguna perlu melalui 3 unit pembelajaran di setiap tahap pelajaran iaitu demonstrasi, aktiviti pembelajaran, latihan dan ujian penilaian. Setiap pengguna haruslah melakukan semua latihan pada setiap unit pembelajaran sebelum boleh menjawab latihan pada peringkat yang seterusnya.

Sorotan kajian yang kedua pula merupakan laman web Braille Hijaiyyah (eBrailleHijaiyyah). Laman web eBrailleHijaiyyah ialah satu laman tutorial yang mengajar Quran Braille di atas talian berasaskan elemen multimedia. Laman web ini merupakan projek tahun akhir mahasiswa Sarjana Muda Pengajian Quran dengan Pengurusan Maklumat tahun empat di Universiti Sains Islam Malaysia (USIM). Laman tutorial eBrailleHijaiyyah ini menawarkan pembelajaran Quran Braille yang merangkumi 3 tahap pembelajaran seperti dalam Jadual 2.

Jadual 2 Tahap pembelajaran dalam eBrailleHijaiyyah

|         |                          |                                                                                                                                          |
|---------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tahap 1 | Pengenalan Asas Braille  | Mengajar tentang pengenalan braille, braille rumi, nombor, tanda baca, kod braille hijaiyyah dan kaedah menghafal kod braille hijaiyyah. |
| Tahap 2 | Pengenalan Quran Braille | Memperkenalkan kepada format penulisan Quran Braille.                                                                                    |
| Tahap 3 | Perbezaan Quran Braille  | Membandingkan Quran Braille Malaysia dan beberapa negara luar.                                                                           |

Pembangunan sistem pembelajaran laman web Quran Braille ini memudahkan pengguna untuk mempelajari dan mengaplikasikan pembelajaran Quran Braille dalam membaca dan menghayati bacaan Quran Braille semasa sesi pembelajaran.

## 2.2 Sistem atau Teknologi Sedia Ada

Berdasarkan kajian yang telah dijalankan, terdapat beberapa sistem atau teknologi yang telah dibangunkan untuk tujuan pembelajaran braille. Antara teknologi tersebut adalah aplikasi mudah alih *BrailleTutor*, بر ایل (*Braille*) dan *Braille Academy*. Aplikasi *BrailleTutor* seperti dalam Rajah 2, boleh dimuat turun melalui *App Store* dan direka khusus untuk pembelajaran kod braille Bahasa Inggeris. Aplikasi ini menawarkan dua fungsi utama iaitu paparan huruf braille bersama huruf

biasa, serta latihan uji diri. Melalui fungsi paparan, pengguna dapat melihat bentuk huruf Braille bersama padanan huruf biasa, manakala fungsi latihan uji diri pula menyediakan aktiviti interaktif di mana pengguna perlu menekan titik Braille mengikut huruf yang diberikan. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat mengetahui huruf-huruf braille serta dapat meningkatkan pemahaman mereka menggunakan latihan uji diri yang telah disediakan.

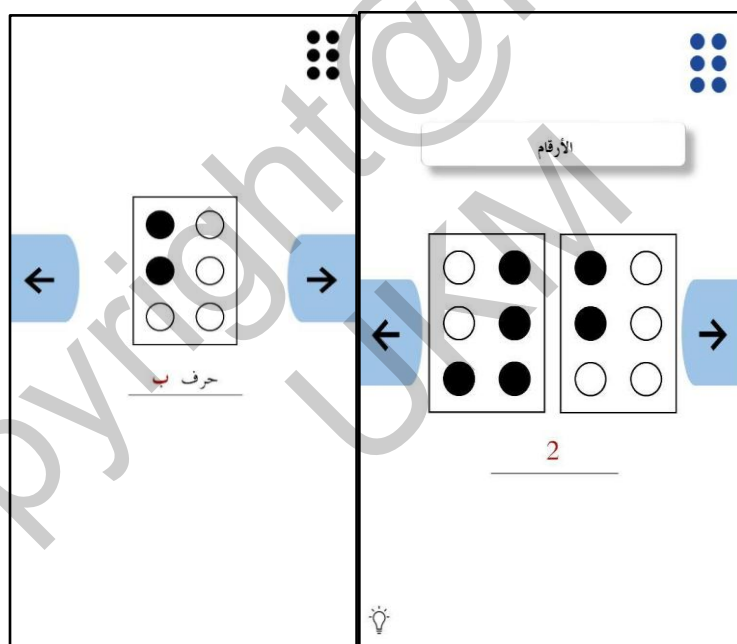


Rajah 2 Aplikasi mudah alih *BrailleTutor*

Sementara itu, aplikasi برايل (Braille) yang tersedia di Google Play Store menawarkan pembelajaran kod Braille dalam Bahasa Arab seperti Rajah 3. Aplikasi ini dilengkapi beberapa fungsi, seperti paparan huruf Jawi dan braille, tanda baca asas, nombor, asas matematik, dan latihan. Sebagai contoh, aplikasi ini memaparkan huruf Jawi dan nombor bersama padanan huruf braille seperti dalam Rajah 4, serta menyediakan latihan interaktif yang meminta pengguna mengenalpasti bentuk braille mengikut huruf yang telah ditetapkan. Dengan adanya aplikasi ini, pengguna dapat mengembangkan pengetahuan mereka mengenai huruf Braille dalam Jawi, huruf biasa, serta asas matematik, sekaligus menjadikan pembelajaran braille lebih mudah diakses dalam pelbagai bahasa.



Rajah 3 Aplikasi mudah alih برaille (Braille).

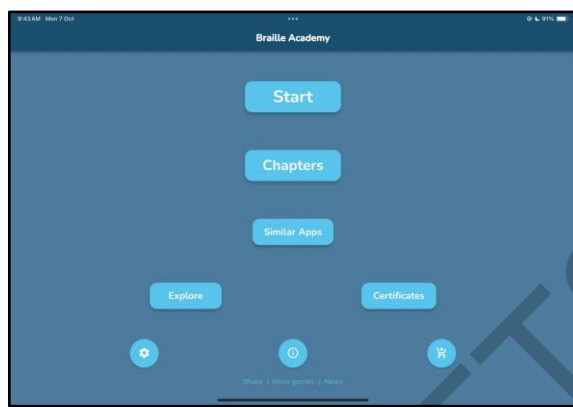


Rajah 4 Contoh paparan bagi huruf Jawi dan nombor

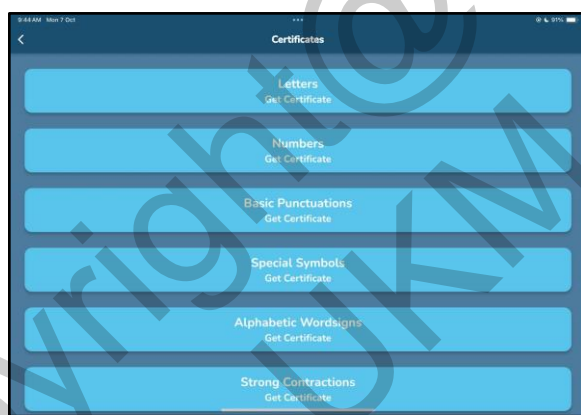
Teknologi sedia ada yang seterusnya adalah aplikasi mudah alih *Braille Academy* seperti dalam Rajah 5. Aplikasi ini boleh didapati pada kedua-dua *App Store* dan *Google Play Store*. Aplikasi ini menawarkan beberapa kategori pembelajaran braille dalam Bahasa Inggeris seperti huruf biasa beserta huruf braille, nombor, tanda baca dan simbol istimewa seperti dalam Rajah 6.



Ia juga mengalu-alukan supaya pengguna menyelesaikan semua latihan yang telah disediakan supaya dapat mencuba untuk mendapatkan sijil kemahiran penulisan braille.



Rajah 5 Aplikasi Braille Academy



Rajah 6 Kategori pembelajaran braille

### 3.0 METODOLOGI

#### 3.1 Keperluan Fungsian

Keperluan fungsian sistem harus selaras dengan keperluan fungsian pengguna bagi memastikan sistem aplikasi mudah alih dapat beroperasi dengan lancar dan memenuhi objektif pengguna. Jadual 3 merupakan keperluan fungsian sistem bagi aplikasi mudah alih Kod Braille Bahasa Melayu.

Jadual 3 Keperluan Fungsian Sistem

| Keperluan Fungsian Sistem | Penerangan                                                                                                                                             |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FR01                      | Sistem akan menerima, memproses dan menyimpan data pendaftaran pengguna yang telah sah untuk menghasilkan akaun baru.                                  |
| FR02                      | Sistem membolehkan pengguna mengakses aplikasi dengan memasukkan maklumat pengesahan yang sah seperti nama pengguna dan kata laluan.                   |
| FR03                      | Sistem akan memaparkan nota lengkap abjad braille Bahasa Melayu, membolehkan pengguna merujuk dan mempelajari huruf-huruf Braille dengan mudah.        |
| FR04                      | Sistem akan menyediakan akses kepada nota mengenai konsonan gabungan dua huruf dalam Braille Bahasa Melayu.                                            |
| FR05                      | Sistem menunjukkan nota tentang kata awalan untuk membantu pengguna mengenali kata awalan dengan lebih mendalam.                                       |
| FR06                      | Sistem memaparkan nota tentang kata akhiran membolehkan pengguna merujuk dan mempelajari kata akhiran braille dengan mudah.                            |
| FR07                      | Sistem akan menyediakan latihan abjad Braille Bahasa Melayu untuk membantu pengguna mengukuhkan kemahiran dalam penulisan huruf braille Bahasa Melayu. |
| FR08                      | Sistem akan memaparkan latihan bagi konsonan gabungan dua huruf dalam Bahasa Melayu untuk membantu pengguna mengenali konsonan dengan lebih baik.      |
| FR09                      | Sistem akan memberikan latihan untuk kata awalan dalam braille Bahasa Melayu bagi membolehkan pengguna menguasai kata awalan.                          |
| FR10                      | Sistem akan menyediakan latihan kata akhiran untuk membantu pengguna mengukuhkan kemahiran dalam penulisan kata akhiran braille Bahasa Melayu.         |

|      |                                                                                                                                                                                             |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FR11 | Sistem akan memberikan kuiz kepada pengguna mengenai abjad braille Bahasa Melayu.                                                                                                           |
| FR12 | Sistem akan menyediakan kuiz konsonan gabungan dua huruf supaya dapat menilai pemahaman pengguna mengenai konsonan gabungan dua huruf.                                                      |
| FR13 | Sistem memaparkan kuiz kata awalan yang dapat menguji pemahaman pengguna.                                                                                                                   |
| FR14 | Sistem akan memberikan kuiz kepada pengguna mengenai kata akhiran.                                                                                                                          |
| FR15 | Sistem akan menampilkan kedudukan pengguna dalam kuiz berdasarkan markah yang diperolehi, membolehkan mereka menilai prestasi mereka dan bersaing dengan pengguna lain dalam kuiz tersebut. |
| FR16 | Sistem akan menamatkan sesi pengguna dan secara automatik mengalihkan pengguna ke skrin log masuk semula.                                                                                   |

### 3.2 Keperluan Bukan Fungsian

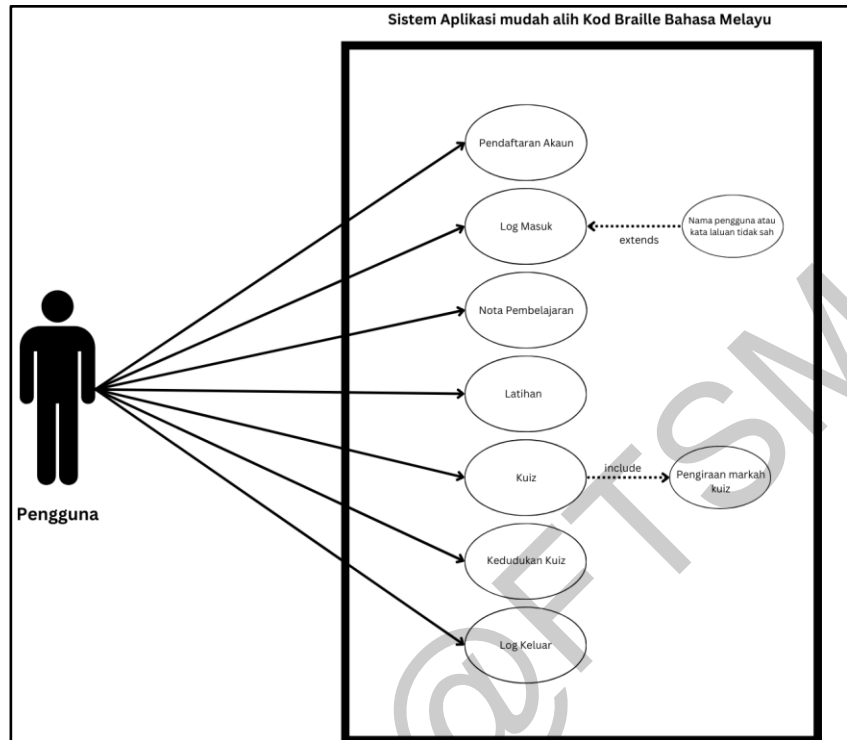
Keperluan bukan fungsian adalah keperluan yang tidak berkenaan secara langsung dengan servis atau fungsi yang ditawarkan oleh sistem untuk penggunaanya (Jabatan Digital Negara 2023). Keperluan bukan fungsian ini diperlukan supaya dapat menyokong keperluan fungsian agar sistem dapat berjalan dengan lancar dan baik. Kegagalan memenuhi keperluan bukan fungsian ini akan menyebabkan sistem yang akan dibangunkan tidak boleh digunakan. Berdasarkan Jadual 4, menunjukkan beberapa contoh keperluan bukan fungsian yang diperlukan dalam aplikasi mudah alih Kod Braille Bahasa Melayu, BrailleKita.

Jadual 4 Keperluan Bukan Fungsian

| Keperluan bukan fungsian | Penerangan                                                                                                                                             |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Keselamatan              | Aplikasi hanya boleh diakses oleh pengguna berdaftar yang mempunyai nama pengguna dan kata laluan.                                                     |
| Masa tindak balas        | Aplikasi ini mestilah memproses data dan dapat memberikan maklum balas dalam masa kurang dari 5 saat untuk memastikan pengalaman pengguna yang lancar. |
| Kebolegunaan             | Antaramuka pengguna haruslah mesra pengguna agar dapat menyelesaikan sesuatu tugas dengan mudah.                                                       |
| Kebolehskalaan           | Sistem ini harus mampu menampung bilangan pengguna yang ramai tanpa mengurangkan prestasi sistem.                                                      |
| Kebolehpercayaan         | Aplikasi ini haruslah mempunyai kadar masa beroperasi selama 24 jam dan mampu berfungsi tanpa gangguan.                                                |

### 3.3 Rajah Kes Guna

Rajah kes guna diperlukan untuk meringkaskan penggambaran tentang hubungan antara kes guna, pengguna dan juga sistem aplikasi mudah alih Kod Braille Bahasa Melayu, BrailleKita. Berdasarkan Rajah 7, pengguna boleh membuat pendaftaran akaun, log masuk dan log keluar. Pengguna juga boleh mengakses nota pembelajaran braille seperti Abjad Braille Bahasa Melayu, Konsonan Gabungan Dua Huruf, Kata Awalan dan Kata Akhiran. Latihan beserta kuiz bagi setiap tajuk yang disediakan juga dapat dijawab dan diselesaikan oleh pengguna aplikasi mudah alih BrailleKita. Selepas berjaya menjawab semua soalan kuiz yang diberikan, pengguna boleh menyemak indeks kedudukan berdasarkan markah kuiz yang telah dijawab sebelumnya.



Rajah 7 Rajah kes guna sistem aplikasi mudah alih Kod Braille Bahasa Melayu

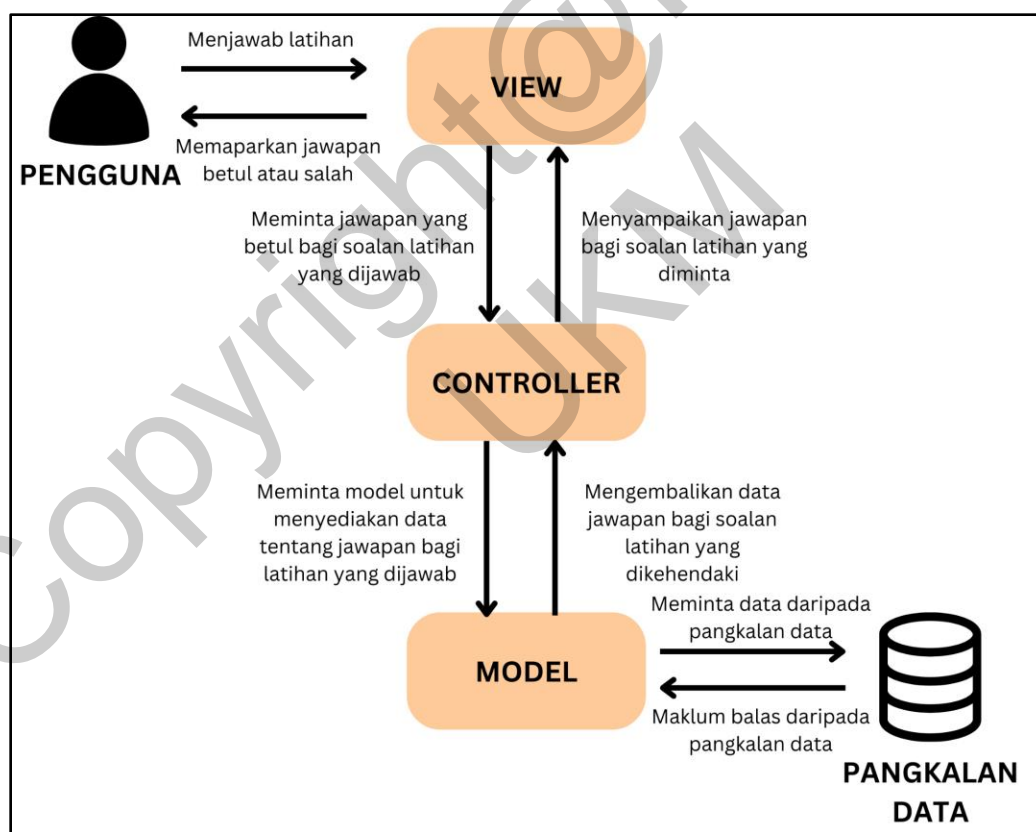
### 3.4 Reka Bentuk Senibina Model-View-Controller (MVC)

Model-View-Controller (MVC) merupakan reka bentuk seni bina yang menyusun logik aplikasi ke dalam lapisan yang berbeza di mana setiap satu daripada lapisan tersebut menjalankan tugas-tugas tertentu mengikut fungsinya. Setiap lapisan MVC juga perlu berinteraksi antara satu sama lain untuk memastikan aplikasi dapat digunakan secara teratur dan konsisten.

Reka bentuk seni bina MVC terdiri daripada tiga lapisan utama iaitu Model, View, dan Controller yang berfungsi secara menyeluruh untuk memastikan kelancaran interaksi antara pengguna dan juga sistem. Berdasarkan Rajah 8, 'View' bertindak sebagai antara muka reka bentuk yang memudahkan pengguna untuk berinteraksi bagi mendapatkan data daripada pangkalan data. Apabila pengguna membuat permintaan melalui 'View', 'Controller' akan memproses dan menghantar permintaan tersebut kepada 'Model' untuk menyediakan data yang diminta. Seterusnya, 'Model' bertanggungjawab untuk meminta dan mendapatkan maklum balas tentang data yang diperlukan daripada pangkalan data serta mengembalikan data yang diperolehi

kepada ‘Controller’ semula. Akhir sekali, ‘Controller’ akan menyampaikan kandungan data yang telah diterima kepada ‘View’ untuk dipaparkan kepada pengguna.

Dalam konteks aplikasi BrailleKita pula seperti dalam Rajah 8, komponen ‘View’ merangkumi antara muka seperti paparan antaran muka bagi latihan. ‘Controller’ berperanan untuk menguruskan dan memproses interaksi pengguna seperti menghantar jawapan latihan dengan memberi arahan kepada komponen ‘Model’. Seterusnya, ‘Model’ bertanggungjawab untuk berkomunikasi dengan pangkalan data Firebase bagi mendapatkan data seperti jawapan yang betul bagi soalan latihan yang telah dijawab oleh pengguna. Dengan menggunakan reka bentuk seni bina Model-View-Controller (MVC) ini, aplikasi BrailleKita dapat menyediakan pengalaman pengguna yang teratur, konsisten, dan efisien.



Rajah 8 Reka bentuk seni bina MVC secara terperinci

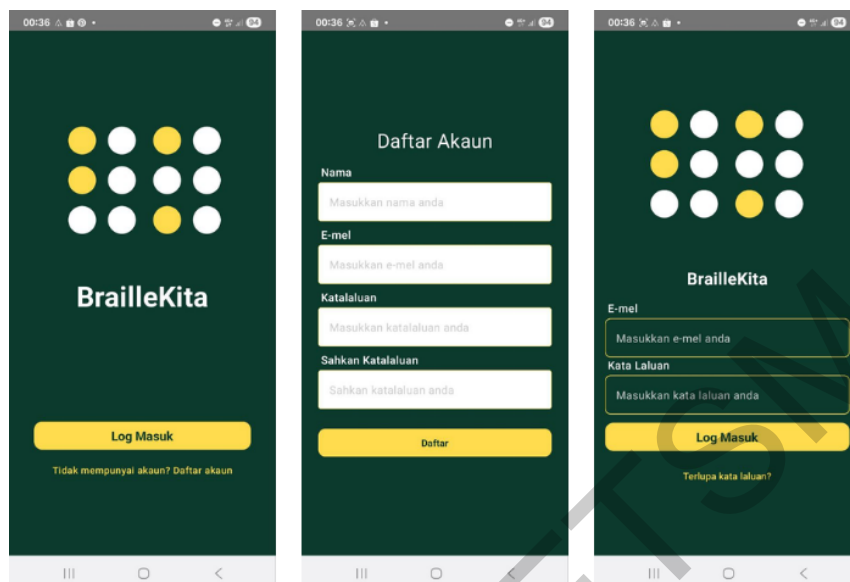
## 4.0 HASIL

Kajian ini menerangkan secara terperinci tentang proses pembangunan dan pengujian aplikasi mudah alih kod Braille Bahasa Melayu, BrailleKita. Hasil ini merangkumi penerangan tentang pendekatan pembangunan sistem, teknologi yang digunakan, serta pelaksanaan antara muka pengguna dan fungsi-fungsi utama aplikasi. Di samping itu, hasil ini juga menghuraikan kaedah pengujian yang dilaksanakan bagi memastikan aplikasi berfungsi seperti yang dirancang dan dapat memenuhi keperluan pengguna.

### 4.1 Proses Pembangunan

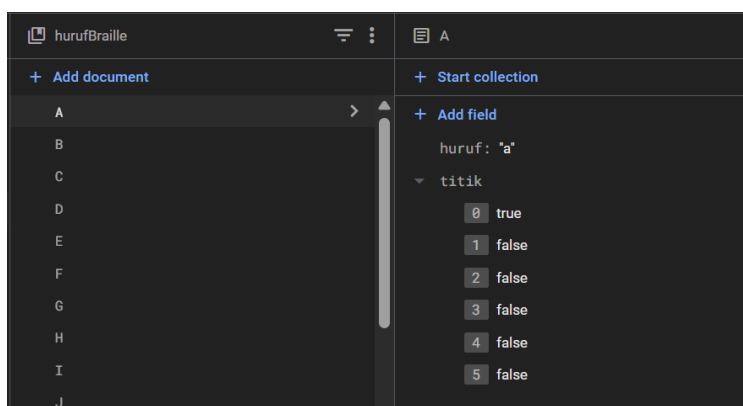
Pembangunan Aplikasi Mudah Alih Kod Braille Bahasa Melayu telah dilaksanakan berdasarkan keperluan dan reka bentuk yang telah ditetapkan. Pembangunan aplikasi ini menggunakan *Android Studio*, iaitu Persekitaran Pembangunan Bersepadu (IDE) rasmi bagi pembangunan aplikasi *Android*. Bahasa pengaturcaraan *Kotlin* telah digunakan untuk membangunkan aplikasi ini. Selain itu, *Firebase* turut digunakan, termasuk *Firebase Authentication* untuk pengesahan pengguna dan *Firestore Database* bagi tujuan pengurusan data aplikasi.

Bagi fungsi pendaftaran dan log masuk pengguna, *Firebase Authentication* telah digunakan sebagai kaedah pengesahan utama. *Firebase Authentication* bertujuan untuk memudahkan pembinaan sistem pengesahan yang selamat serta meningkatkan pengalaman log masuk dan pendaftaran bagi pengguna baharu. Bagi projek ini, kaedah pengesahan yang telah digunakan adalah pendaftaran melalui e-mel dan kata laluan. Antara muka bagi fungsi ini adalah seperti dalam Rajah 9.

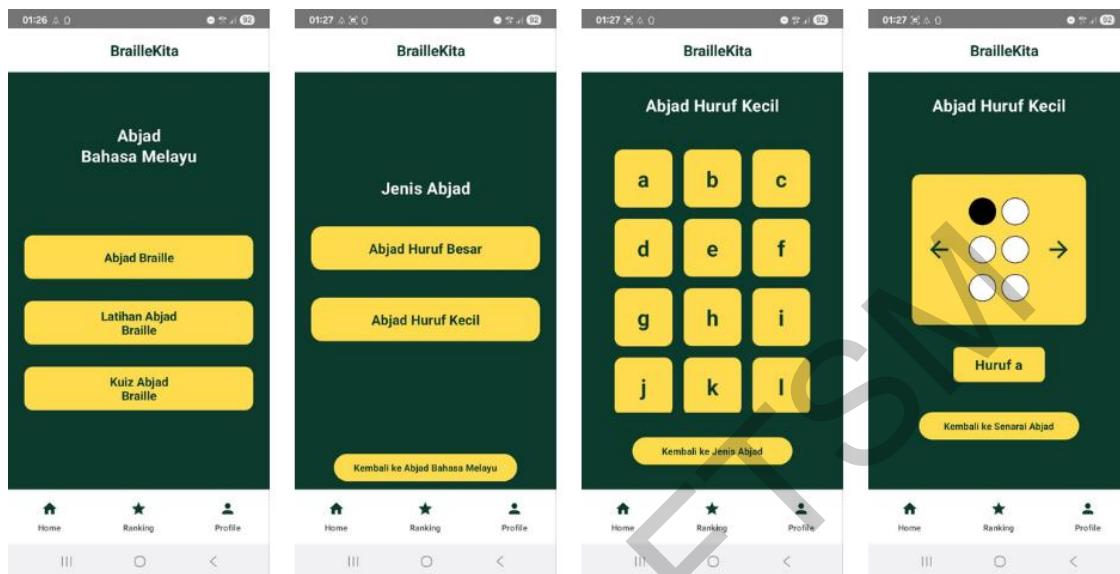


Rajah 9 Antara Muka Fungsi Daftar dan Log Masuk Pengguna

Dalam fungsi Nota Pembelajaran Braille Bahasa Melayu, senarai huruf A hingga Z dijana secara automatik, manakala sambungan ke *Firestore* digunakan untuk mendapatkan data pola titik Braille berdasarkan senarai (*array*) dan nilai *boolean* yang disimpan, seperti ditunjukkan dalam Rajah 10. Data yang diperoleh akan disusun mengikut abjad sebelum dipaparkan kepada pengguna. Proses memuat turun data ini dijalankan secara automatik apabila skrin dibuka, sekali gus memastikan maklumat sentiasa dikemas kini tanpa memerlukan tindakan manual. Bahagian ini menjadi asas kepada keseluruhan fungsi pembelajaran Braille kerana ia memastikan setiap maklumat huruf dan pola titik Braille sentiasa selaras dengan pangkalan data *Firestore*. Antaramuka bagi salah satu Nota Pembelajaran Braille Bahasa Melayu ditunjukkan dalam Rajah 11.

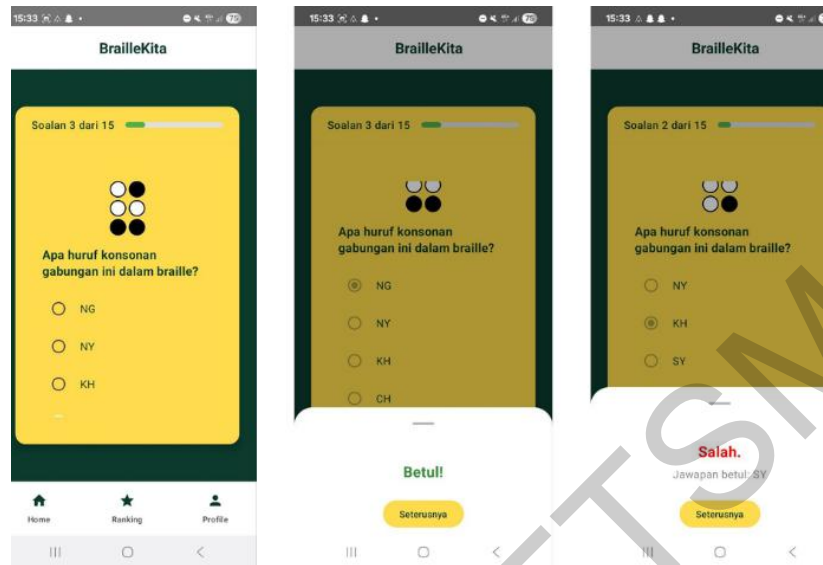
Rajah 10 Paparan *Firestore Database* bagi koleksi hurufBraille





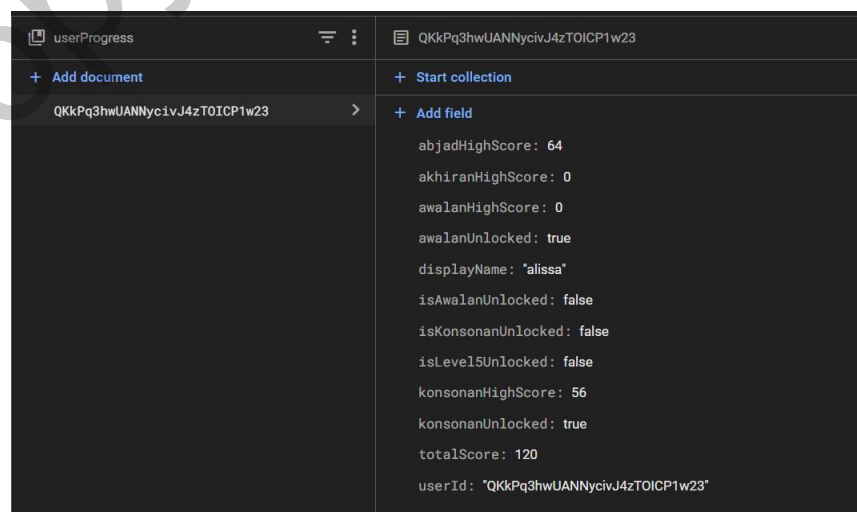
Rajah 11 Antara muka bagi Fungsi Abjad Braille Bahasa Melayu

Bagi salah satu fungsi Latihan Braille Bahasa Melayu, ianya menggambarkan bagaimana sistem aplikasi mudah alih BrailleKita menentukan ketepatan jawapan yang diberikan oleh pengguna. Dalam proses ini, input yang dimasukkan oleh pengguna akan dibandingkan secara automatik dengan jawapan sebenar yang disimpan di pangkalan data *Firestore*. Selain itu, aplikasi BrailleKita direka untuk memberikan maklum balas segera sebaik sahaja jawapan dihantar oleh pengguna dalam sesi pembelajaran latihan. Fungsi ini juga menunjukkan bagaimana skrin latihan memaparkan maklum balas serta mengurus navigasi ke soalan seterusnya. Maklum balas sama ada jawapan adalah betul atau salah akan dipaparkan dalam bentuk helaian (*sheet*) yang muncul di bahagian bawah skrin. Contoh maklum balas ini dipaparkan melalui kaedah *ModalBottomSheet()* seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 12, yang berfungsi menampilkan helaian maklum balas secara *overlay* untuk memastikan pengalaman pengguna lebih interaktif, teratur dan mudah difahami.

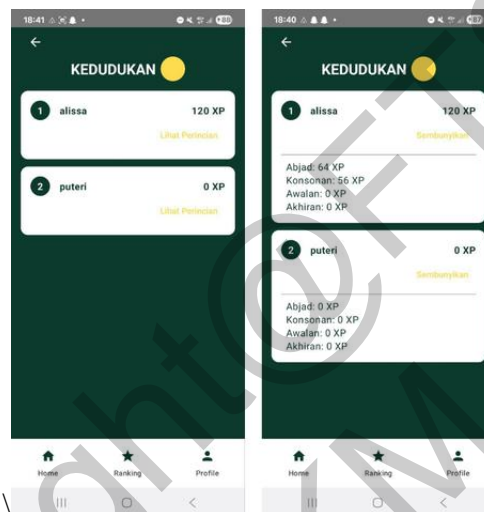


Rajah 12 Antara muka Fungsi Latihan Konsonan Gabungan Dua Huruf

Seterusnya, antara salah satu fungsi Kuiz Braille Bahasa Melayu adalah sistem akan mengira dan mengemas kini markah tertinggi pengguna bagi bahagian kuiz dalam sistem pembelajaran Braille. Setiap kali pengguna selesai menjawab kuiz, markah baru akan ditambah pada markah yang sedia ada, kemudian markah keseluruhan dikira dengan mengambil kira kesemua tahap lain. Data markah baharu ini akan disimpan semula ke *Firestore* seperti ditunjukkan dalam Rajah 13. Pada masa yang sama, sistem juga akan menentukan sama ada tahap seterusnya boleh diakses, bergantung pada syarat minimum markah yang telah ditetapkan.

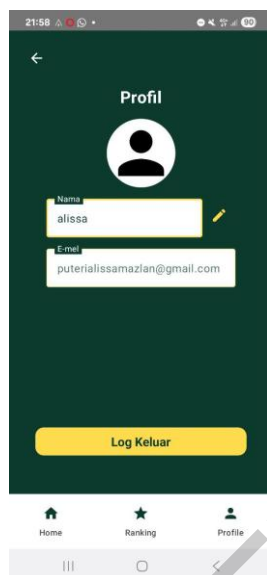
Rajah 13 Koleksi *userProgress* bagi penyimpanan markah kuiz pengguna

Fungsi kedudukan kuiz bertanggungjawab memastikan senarai kedudukan pengguna sentiasa dikemas kini secara automatik setiap kali skrin kedudukan diakses atau berlaku sebarang perubahan pada data markah kuiz. Proses panggilan data ini dijalankan secara berterusan supaya senarai markah sentiasa memaparkan maklumat yang terkini dan tepat. Selain itu, sebarang perubahan pada data kedudukan akan dipantau serta-merta dan dipaparkan terus pada antara muka seperti dalam Rajah 14, menjadikan paparan kedudukan lebih dinamik, responsif dan mudah diikuti.



Rajah 14 Antara muka kedudukan kuiz

Bahagian Profil Pengguna berfungsi menguruskan keseluruhan proses pengguna menukar dan menyimpan nama mereka di dalam sistem. Apabila pengguna menekan ikon kemas kini, sistem akan membenarkan nama dikemaskini, kemudian menyimpan nama baru tersebut ke dalam pangkalan data *Firestore*. Maklumat nama ini akan direkodkan di dua lokasi serentak iaitu pada koleksi *users* untuk tujuan maklumat akaun asas, dan pada koleksi *userProgress* untuk memastikan nama yang dipaparkan pada senarai kedudukan kuiz sentiasa *up-to-date* ataupun terkini. Antara muka bagi profil diri adalah seperti dalam Rajah 15.



Rajah 15 Antara muka profil diri

## 4.2 Keputusan Pengujian

### 4.2.1 Keputusan Pengujian Kes Guna

Kesemua pengujian kes guna telah merekodkan hasil yang selari dengan jangkaan, menandakan bahawa pengujian telah berjaya dijalankan dengan baik. Jadual 5 menunjukkan hasil terperinci bagi setiap pengujian kes guna.

Jadual 5 Keputusan Pengujian Kes Guna

| ID Pengujian | Jangkaan Pengujian                                                                                  | Hasil Sebenar Pengujian                                                                             | Status Pengujian |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| P01          | Berjaya daftar akaun dan sistem bawa ke halaman log masuk.                                          | Berjaya daftar akaun dan sistem bawa ke halaman log masuk.                                          | Berjaya          |
| P02          | Berjaya log masuk dan sistem memaparkan halaman utama.                                              | Berjaya log masuk dan sistem memaparkan halaman utama.                                              | Berjaya          |
|              | Sistem membenarkan log masuk setelah maklumat dimasukkan dengan betul dan memaparkan halaman utama. | Sistem membenarkan log masuk setelah maklumat dimasukkan dengan betul dan memaparkan halaman utama. |                  |
| P03          | Paparan halaman perincian kod abjad braille Bahasa Melayu dengan lebih mendalam.                    | Paparan halaman perincian kod abjad braille Bahasa Melayu dengan lebih mendalam.                    |                  |

|     |                                                                                                                            |                                                                                                                            |         |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|     | Sistem akan membawa kepada halaman Jenis Abjad untuk memilih modul pembelajaran braille yang dimahukan.                    | Sistem akan membawa kepada halaman Jenis Abjad untuk memilih modul pembelajaran braille yang dimahukan.                    | Berjaya |
| P04 | Paparan halaman perincian kod braille konsonan gabungan dua huruf dengan lebih mendalam.                                   | Paparan halaman perincian kod braille konsonan gabungan dua huruf dengan lebih mendalam.                                   | Berjaya |
| P05 | Paparan halaman perincian kod braille kata awalan dengan lebih mendalam.                                                   | Paparan halaman perincian kod braille kata awalan dengan lebih mendalam.                                                   | Berjaya |
| P06 | Paparan halaman perincian kod braille kata akhiran dengan lebih mendalam.                                                  | Paparan halaman perincian kod braille kata akhiran dengan lebih mendalam.                                                  | Berjaya |
| P07 | Halaman Latihan Abjad dipaparkan dan berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan.                                | Halaman Latihan Abjad dipaparkan dan berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan.                                | Berjaya |
|     | Halaman Kuiz Abjad akan dipaparkan.                                                                                        | Halaman Kuiz Abjad akan dipaparkan.                                                                                        |         |
| P08 | Halaman Latihan Konsonan dipaparkan dan berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan.                             | Halaman Latihan Konsonan dipaparkan dan berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan.                             | Berjaya |
|     | Halaman Kuiz Konsonan akan dipaparkan.                                                                                     | Halaman Kuiz Konsonan akan dipaparkan.                                                                                     |         |
| P09 | Halaman Latihan Awalan dipaparkan dan berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan.                               | Halaman Latihan Awalan dipaparkan dan berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan.                               | Berjaya |
|     | Halaman Kuiz Awalan akan dipaparkan.                                                                                       | Halaman Kuiz Awalan akan dipaparkan.                                                                                       |         |
| P10 | Halaman Latihan Akhiran dipaparkan dan berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan.                              | Halaman Latihan Akhiran dipaparkan dan berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan.                              | Berjaya |
|     | Halaman Kuiz Akhiran akan dipaparkan.                                                                                      | Halaman Kuiz Akhiran akan dipaparkan.                                                                                      |         |
| P11 | Halaman Kuiz Abjad dipaparkan, berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan dan markah bagi kuiz akan dipaparkan. | Halaman Kuiz Abjad dipaparkan, berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan dan markah bagi kuiz akan dipaparkan. | Berjaya |

|     |                                                                                                                               |                                                                                                                               |         |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|     | Halaman Kedudukan akan dipaparkan bersama markah pengguna.                                                                    | Halaman Kedudukan akan dipaparkan bersama markah pengguna.                                                                    |         |
| P12 | Halaman Kuiz Konsonan dipaparkan, berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan dan markah bagi kuiz akan dipaparkan. | Halaman Kuiz Konsonan dipaparkan, berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan dan markah bagi kuiz akan dipaparkan. | Berjaya |
|     | Halaman Kedudukan akan dipaparkan bersama markah pengguna.                                                                    | Halaman Kedudukan akan dipaparkan bersama markah pengguna.                                                                    |         |
| P13 | Halaman Kuiz Awalan dipaparkan, berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan dan markah bagi kuiz akan dipaparkan.   | Halaman Kuiz Awalan dipaparkan, berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan dan markah bagi kuiz akan dipaparkan.   | Berjaya |
|     | Halaman Kedudukan akan dipaparkan bersama markah pengguna.                                                                    | Halaman Kedudukan akan dipaparkan bersama markah pengguna.                                                                    |         |
| P14 | Halaman Kuiz Akhiran dipaparkan, berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan dan markah bagi kuiz akan dipaparkan.  | Halaman Kuiz Akhiran dipaparkan, berjaya untuk menjawab kesemua soalan yang disediakan dan markah bagi kuiz akan dipaparkan.  | Berjaya |
|     | Halaman Kedudukan akan dipaparkan bersama markah pengguna.                                                                    | Halaman Kedudukan akan dipaparkan bersama markah pengguna.                                                                    |         |
| P15 | Halaman kedudukan kuiz bersama markah bagi setiap modul dipaparkan.                                                           | Halaman kedudukan kuiz bersama markah bagi setiap modul dipaparkan.                                                           | Berjaya |
| P16 | Berjaya log keluar dari aplikasi.                                                                                             | Berjaya log keluar dari aplikasi.                                                                                             | Berjaya |

#### 4.2.2 Keputusan Pengujian Kebolehgunaan

Bahagian ini menghuraikan dapatan daripada pengujian kebolehgunaan yang telah dijalankan. Skor min bagi setiap item dianalisis menggunakan skala Likert lima mata, iaitu dari 1 hingga 5 dan ditafsirkan berdasarkan julat seperti dalam Jadual 6.

Jadual 6 Interpretasi Skor Min

| Julat Skor Min | Interpretasi        |
|----------------|---------------------|
| 4.21 - 5.00    | Sangat Setuju       |
| 3.41 - 4.20    | Setuju              |
| 2.61 - 3.40    | Neutral             |
| 1.81 - 2.60    | Tidak Setuju        |
| 1.00 - 1.80    | Sangat Tidak Setuju |

#### a. Analisis Demografi Responden

Seramai 15 orang responden telah memberikan maklum balas secara dalam talian melalui borang soal selidik *Google Form*. Jadual 7 menunjukkan bahawa 73.3% daripada responden merupakan perempuan, manakala selebihnya 26.7% adalah lelaki.

Jadual 7 Jantina Responden

| Jantina   | Kekerapan | Peratus (%) |
|-----------|-----------|-------------|
| Lelaki    | 4         | 26.7        |
| Perempuan | 11        | 73.3        |

Berdasarkan Jadual 8, majoriti respondedn berumur antara 18 hingga 23 tahun iaitu sebanyak 86.7%. Seterusnya, 13.3% responden berumur 24 hingga 29 tahun.

Jadual 8 Umur Responden

| Jantina              | Kekerapan | Peratus (%) |
|----------------------|-----------|-------------|
| 18 - 23 tahun        | 13        | 86.7        |
| 24 - 29 tahun        | 2         | 13.3        |
| 30 tahun dan ke atas | 0         | 0           |

### b. Analisis Kebolegunaan

Aspek pertama yang diuji adalah tahap kebolegunaan aplikasi ini kepada pengguna. Aspek ini penting untuk memastikan aplikasi dapat digunakan dengan berkesan dan memberikan pengalaman yang memuaskan kepada pengguna tanpa menghadapi sebarang kesukaran atau kekeliruan. Berdasarkan Jadual 9, skor purata keseluruhan analisis kebolegunaan 4.73, menunjukkan aplikasi ini memudahkan pengguna untuk mempelajari kod Braille Bahasa Melayu. Secara keseluruhan, kebolegunaan aplikasi ini berada pada tahap yang sangat baik dan memenuhi keperluan pengguna.

Jadual 9 Skor Min Kebolegunaan Aplikasi

| No                     | Item                                                                                           | Min                  |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1                      | Saya dapat mempelajari tentang kod Braille Bahasa Melayu dengan mudah.                         | 4.73                 |
| 2                      | Langkah untuk menggunakan aplikasi ini mudah difahami.                                         | 4.8                  |
| 3                      | Maklumat seperti huruf Braille dan contoh perkataan Braille dipaparkan dengan tepat dan jelas. | 4.8                  |
| <b>Min Keseluruhan</b> |                                                                                                | <b>4.78</b>          |
| <b>Interpretasi</b>    |                                                                                                | <b>Sangat setuju</b> |

### c. Kemudahan Kegunaan

Aspek kedua yang diuji adalah kemudahan kegunaan aplikasi oleh pengguna. Aspek ini penting untuk menilai sejauh mana antara muka aplikasi mudah difahami, mudah diakses serta membolehkan pengguna melaksanakan tugas dengan cepat dan lancar tanpa memerlukan panduan yang kompleks. Berdasarkan Jadual 10, analisis kemudahan kegunaan aplikasi mencapai skor purata keseluruhan yang memuaskan iaitu 4.65. Majoriti pengguna sangat setuju bahawa aplikasi ini tidak mengalami masalah dalam menggunakan aplikasi.



Jadual 10 Skor Min Kemudahan Kegunaan Aplikasi

| No                     | Item                                                                          | Min                  |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1                      | Aplikasi ini mudah untuk digunakan secara keseluruhan.                        | 4.53                 |
| 2                      | Navigasi antara skrin adalah mudah dan lancar.                                | 4.67                 |
| 3                      | Saya tidak menghadapi kesukaran untuk menggunakan aplikasi buat kali pertama. | 4.73                 |
| 4                      | Fungsi pembelajaran Braille boleh diakses dengan mudah.                       | 4.67                 |
| <b>Min Keseluruhan</b> |                                                                               | <b>4.65</b>          |
| <b>Interpretasi</b>    |                                                                               | <b>Sangat setuju</b> |

#### d. Kepuasan Antara Muka

Aspek ketiga merujuk kepada kepuasan antara muka, yang menumpukan kepada keselesaan dan kepuasan pengguna terhadap reka bentuk serta paparan aplikasi. Jadual 11 menunjukkan skor purata keseluruhan bagi aspek ini ialah 4.83 iaitu majoriti pengguna sangat setuju bahawa aplikasi ini mempunyai reka bentuk yang menarik, kemas dan tidak mengelirukan.

Jadual 11 Skor Min Kepuasan Antara Muka Aplikasi

| No                     | Item                                                                      | Min         |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1                      | Reka bentuk aplikasi ini menarik dan mesra pengguna.                      | 4.73        |
| 2                      | Warna dan ikon dalam aplikasi membantu saya memahami fungsi dengan mudah. | 4.87        |
| 3                      | Susun atur maklumat dalam aplikasi tidak mengelirukan.                    | 4.80        |
| 4                      | Paparan kod braille jelas.                                                | 4.93        |
| <b>Min Keseluruhan</b> |                                                                           | <b>4.83</b> |

**Interpretasi****Sangat setuju****e. Kepuasan Sistem**

Aspek terakhir yang diuji adalah kepuasan sistem, yang merangkumi penilaian terhadap kecekapan dan kebolehpercayaan aplikasi, ketepatan maklumat serta tahap keyakinan pengguna terhadap keselamatan. Berdasarkan Jadual 12, kepuasan sistem telah mencapai skor purata keseluruhan sebanyak 4.70 yang menunjukkan majoriti pengguna sangat setuju bahawa aplikasi ini berfungsi dengan lancar, boleh dipercayai dan memberikan pengalaman penggunaan yang memuaskan secara keseluruhan.

Jadual 12 Skor Min Kepuasan Sistem Aplikasi

| No                     | Item                                                                                          | Min                  |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1                      | Saya berpuas hati dengan prestasi dan kelancaran aplikasi ini.                                | 4.73                 |
| 2                      | Aplikasi ini memenuhi keperluan saya sebagai pengguna.                                        | 4.67                 |
| 3                      | Aplikasi ini memberikan maklumat kedudukan kuiz dengan nyata dan tepat.                       | 4.67                 |
| 4                      | Saya rasa yakin menggunakan aplikasi ini untuk mempelajari tentang kod braille Bahasa Melayu. | 4.73                 |
| <b>Min Keseluruhan</b> |                                                                                               | <b>4.70</b>          |
| <b>Interpretasi</b>    |                                                                                               | <b>Sangat setuju</b> |

**f. Kepuasan Sistem**

Aspek terakhir yang diuji adalah kepuasan sistem, yang merangkumi penilaian terhadap kecekapan dan kebolehpercayaan aplikasi, ketepatan maklumat serta tahap keyakinan pengguna terhadap keselamatan. Berdasarkan Jadual 13, kepuasan sistem telah mencapai skor purata keseluruhan sebanyak 4.70 yang menunjukkan majoriti pengguna sangat setuju bahawa aplikasi ini berfungsi

dengan lancar, boleh dipercayai dan memberikan pengalaman penggunaan yang memuaskan secara keseluruhan.

Jadual 13 Skor Min Kepuasan Sistem Aplikasi

| No                     | Item                                                                                          | Min                  |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1                      | Saya berpuas hati dengan prestasi dan kelancaran aplikasi ini.                                | 4.73                 |
| 2                      | Aplikasi ini memenuhi keperluan saya sebagai pengguna.                                        | 4.67                 |
| 3                      | Aplikasi ini memberikan maklumat kedudukan kuiz dengan nyata dan tepat.                       | 4.67                 |
| 4                      | Saya rasa yakin menggunakan aplikasi ini untuk mempelajari tentang kod braille Bahasa Melayu. | 4.73                 |
| <b>Min Keseluruhan</b> |                                                                                               | <b>4.70</b>          |
| <b>Interpretasi</b>    |                                                                                               | <b>Sangat setuju</b> |

#### g. Cadangan penambahbaikan

Berdasarkan maklum balas pengguna semasa pengujian kebolegunaan, terdapat beberapa cadangan yang boleh dipertimbangkan bagi meningkatkan kualiti aplikasi. Antara cadangan penambahbaikan yang dikemukakan termasuklah:

1. Menyediakan garis panduan pengumpulan markah sebagai rujukan pengguna untuk membuka modul seterusnya.
2. Menambah kesan bunyi bagi menjadikan aplikasi lebih interaktif dan menyeronokkan.
3. Mengembangkan kandungan aplikasi untuk merangkumi kod Braille bagi huruf Jawi.
4. Memperbaiki fungsi navigasi agar pengguna dapat kembali ke halaman utama dengan lebih mudah dan teratur.

## 5.0 KESIMPULAN

Secara keseluruhan, projek ini telah berjaya membangunkan aplikasi mudah alih BrailleKita yang bertujuan untuk membantu pengguna mempelajari kod Braille Bahasa Melayu dengan lebih mudah dan interaktif. Aplikasi ini dibangunkan menggunakan bahasa pengaturcaraan *Kotlin* melalui platform *Android Studio*. Melalui BrailleKita, pengguna boleh mengakses nota Braille, menjalankan latihan, menjawab kuiz serta melihat kedudukan markah mereka berdasarkan pencapaian.

Selain itu, aplikasi ini membolehkan pengguna membuka modul latihan dan kuiz secara berperingkat mengikut skor yang diperolehi, sekali gus mendorong proses pembelajaran yang lebih teratur dan tersusun. Pembangunan aplikasi ini turut menggabungkan beberapa teknologi utama seperti *Firebase* untuk penyimpanan data masa nyata, *Firestore* untuk pengurusan data serta *Firebase Authentication* bagi tujuan pengesahan pengguna. Kesemua komponen ini digabungkan bagi memastikan aplikasi dapat berfungsi dengan lancar serta memberikan pengalaman pembelajaran yang mesra pengguna, tersusun dan berkesan.

## PENGHARGAAN

Segala puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT kerana dengan limpah kurnia dan izin-Nya, projek tahun akhir ini berjaya disempurnakan meskipun berdepan pelbagai cabaran sepanjang pelaksanaannya.

Di kesempatan ini, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih kepada Dr. Dahlila Putri binti Dahnil Sikumbang, selaku penyelia saya, yang telah memberikan kepercayaan penuh, bimbingan berterusan serta sokongan yang amat bermakna sepanjang proses pembangunan projek ini. Segala nasihat, tunjuk ajar, dan dorongan beliau bukan sahaja membantu dalam penyempurnaan projek ini, malah memberikan panduan berguna dalam menghadapi pelbagai cabaran sepanjang tempoh pengajian.

Tidak dilupakan, penghargaan yang tidak terhingga saya tujukan kepada kedua ibu bapa serta seluruh ahli keluarga saya yang sentiasa mendoakan, memberikan sokongan moral dan dorongan emosi yang tidak pernah putus. Saya juga amat berterima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan yang banyak membantu melalui perkongsian ilmu, nasihat, idea serta sokongan semangat yang begitu bermakna.

Akhir sekali, saya ingin menghargai usaha dan ketabahan diri sendiri dalam menempuh setiap cabaran sepanjang proses penyelidikan dan pembangunan projek ini. Segala pengalaman dan pengajaran yang diperoleh akan menjadi panduan yang amat bernilai untuk perjalanan akademik dan kerjaya saya pada masa hadapan.

**RUJUKAN**

Aziz, N. S. A., Raus, N. M., & Mohamed, A. K. (2023). Pembelajaran Braille Berasaskan Web bagi Pelajar Celik Penglihatan. *Journal of Quran Sunnah Education & Special Needs*, 7(1), 30–38. <https://doi.org/10.33102/jqss.vol7no1.184>

Dewan Bahasa dan Pustaka. (2007) *Definisi Braille*.  
<https://prpm.dbp.gov.my/cari1?keyword=braille>

Dewan Bahasa dan Pustaka. (2007). *Definisi Keluarga*.  
<https://prpm.dbp.gov.my/cari1?keyword=keluarga>

Jabatan Digital Negara. (2023). *Penentuan Keperluan Bukan Fungsian*.  
<https://sqa.jdn.gov.my/index.php/ms/3-9-penentuan-keperluan-bukan-fungsian-f2-5>

*Puteri Alissa binti Mazlan (A193954)*

*Dr. Dahlila Putri Dahnil Sikumbang*

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat

Universiti Kebangsaan Malaysia