

**GIM BRAILLE INTERAKTIF UNTUK MENINGKATKAN
INTERAKSI DAN MOTIVASI BELAJAR
SISWA TUNANETRA**



Disusun Oleh:

N a m a : Mondeprrie Geaji K

NIM : 15523159

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2020

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**GIM BRAILLE INTERAKTIF UNTUK MENINGKATKAN
INTERAKSI DAN MOTIVASI BELAJAR
SISWA TUNANETRA**

TUGAS AKHIR



Yogyakarta, 2 April 2020

Pembimbing,

(Galang Prihadi Mahardhika S.Kom., M.Kom)

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**GIM BRAILLE INTERAKTIF UNTUK MENINGKATKAN
INTERAKSI DAN MOTIVASI BELAJAR
SISWA TUNANETRA**

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 6 April 2020

Tim Penguji

Galang Prihadi M, S.Kom., M.Kom.

Anggota 1

Dr. Mukhammad A Setiawan, S.T., M.Sc.

Anggota 2

Kholid Haryono S.T., M.Kom



Mengetahui,
Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



(Dr. Rochan Teduh Dirgahayu, S.T., M.Sc.)

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mondeprrie Geaji Kusnanda

NIM : 15523159

Tugas akhir dengan judul:

**GIM BRAILLE INTERAKTIF UNTUK MENINGKATKAN
INTERAKSI DAN MOTIVASI BELAJAR SISWA TUNANETRA**

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 15 Maret 2020



(Mondeprrie Geaji Kusnanda)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat, hidayah, rezeki dan semua yang saya butuhkan dan dengan ridhomu saya bisa sampai sejauh ini.
2. Ibu Siti Endang Wati dan Bapak Kusnaedi selaku kedua orang tua saya yang senantiasa memberi doa, dukungan dan kebutuhan saya mengucapkan banyak terimakasih.
3. Diriku sendiri Mondepre Geaji Kusnanda, jangan pernah puas selalu berusaha semua ini hanya awal dari kehidupan untuk mengejar mimpi-mimpi. Jangan lupa untuk planing kedepan untuk kerja dan punya usaha dan bisa menikah muda.
4. Galang Prihadi Mahardhika S.Kom., M.Kom sebagai Pembimbing Skripsi, terimakasih atas kesabaran dalam membimbing, serta menyempatkan waktu luangnya untuk saya dan membantu segala proses skripsi saya.
5. Hari Setiaji S.Kom., M.Eng sebagai dosen pembimbing akademik, terimakasih telah membimbing dan membantu memecahkan permasalahan akademik selama proses perkuliahan.
6. Dr. R. Teduh Dirgahayu S.T., M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika – Program Sarjana di Universitas Islam Indonesia.
7. Seluruh dosen Informatika UII yang telah memberikan ilmu dan wawasan serta pengalaman selama proses belajar di UII.
8. Alm. Kakek dan Nenek semua dari keluarga Bapak dan Ibu yang telah wafat semoga kalian bangga melihat cucunya menjadi sarjana.
9. Semua kerabat keluarga terimakasih atas doa dan dukungan kalian, serta untuk adik-adik keponakan semoga dapat termotivasi untuk bersekolah lebih tinggi.
10. Dwi Aulia Hanifah dan sahabat serta teman-teman yang telah memberi semangat, bantuan dan saran kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
11. Keluarga KOSMIK serta semua teman-teman mahasiswa angkatan 2015 (METAMORF) yang telah berbagi pengalamannya semoga kalian sukses semua.

HALAMAN MOTO

“Orang-orang yang sukses telah belajar membuat diri mereka melakukan hal yang harus dikerjakan ketika hal itu memang harus dikerjakan, entah mereka menyukainya atau tidak”

(Aldus Huxley).

“Jangan pernah berfikir kalau kita salah mengambil keputusan dan merasa tidak akan bisa melakukannya, percayalah semua keputusan yang diambil adalah jalan yang bisa kamu lalui sendiri”

“Berpikir bahwa diri sendiri yang paling baik adalah hal positif, memikirkan bagaimana semuanya menjadi lebih baik adalah inspiratif”

“Be Good Do Good, Be Simple Do Sample”

“Satu untuk semua, semua untuk satu”

“Kosmik bukan band”

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Sangat banyak nikmat ALLAH SWT yang diberikan kepada saya, senantiasa saya selalu bersyukur kepada ALLAH SWT yang telah memberikan atas segala berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “GIM BRAILLE INTERAKTIF UNTUK MENINGKATKAN INTERAKSI DAN MOTIVASI BELAJAR SISWA TUNANETRA”.

Skripsi ini dibuat dan diajukan sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Komunikasi atau S.Kom pada fakultas Teknik Informatika di Universitas Islam Indonesia. Dalam penulisan skripsi ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan lebih kepada pembaca mengenai pentingnya belajar huruf Braille sejak dini, pentingnya penggunaan metode pembelajaran huruf Braille agar dapat memudahkan siswa tunanetra dalam hal belajar huruf Braille tersebut. Dalam proses pengerjaannya, skripsi ini terdapat beberapa kesulitan-kesulitan yang ditemui diantaranya : Terbatasnya Referensi, Sulitnya Komunikasi dengan Pengguna, Mencari Alat dan Bahan Komponen, Terjadinya Kerusakan yang tidak Disengaja.

Selama penulisan skripsi ini, saya selaku penulis banyak menerima bantuan dan dukungan dari beberapa pihak sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Galang Prihadi Mahardhika S.Kom., M.Kom sebagai Pembimbing Skripsi, terimakasih atas kesabaran dalam membimbing, serta menyempatkan waktu luangnya untuk saya dan membantu segala proses skripsi saya.
2. Ibu Ambar dan semua guru yang mengajar di SLB A Yaketunis Yogyakarta, yang telah memberi saya kesempatan untuk melakukan penelitian dan membantu proses pengujian serta memberikan kritik dan saran saya ucapkan terimakasih.
3. Teman – teman yang telah membantu dan memberikan semangat dalam proses penyelesaian skripsi yang saya buat.
4. Dr. M. Andri S, S.T., M.Sc dan Kholid Haryono, S.T., M.Kom selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya supaya dalam penelitian selanjutnya dapat menjadi lebih baik lagi.

5. Hari Setiaji S.Kom., M.Eng sebagai dosen pembimbing akademik, terimakasih telah membimbing dan membantu memecahkan permasalahan akademik selama proses perkuliahan.
6. Dr. R. Teduh Dirgahayu selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika – Program Sarjana di Universitas Islam Indonesia.
7. Seluruh dosen Informatika UII yang telah memberikan ilmu dan wawasan serta pengalaman selama proses belajar di UII.

Saya meminta maaf apabila dalam penulisan skripsi ini terdapat banyak beberapa kekurangan, dan saya menyadari bahwa skripsi yang saya buat jauh dari kata sempurna karena adanya keterbatasan ilmu dan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, semua kritik dan saran yang bersifat membangun akan saya terima dengan senang hati. Saya sangat berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan sesuai dengan tema yang ada. Terimakasih.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 20 Februari 2020



(Mondepie G.K)

SARI

Huruf *Braille* merupakan media yang digunakan untuk membantu penyandang tunanetra dalam hal membaca dan menulis. *Braille* memiliki 6 titik sel yang masing-masing selnya dapat membentuk pola sehingga dapat merepresentasikan ke dalam huruf alfabet. *SLB A Yaketunis Yogyakarta* yang memiliki *siswa tunanetra* tentunya belajar huruf *Braille* harus dilakukan untuk memudahkan proses pembelajaran kedepannya. Dalam sekolah tersebut proses pembelajaran huruf *Braille* masih menggunakan *metode* konvensional dengan berupa papan kayu yang terdapat beberapa paku sebagai media pembelajaran huruf *Braille*. Dengan menggunakan *metode* ini siswa akan merasa cepat bosan dan lupa, ditambah lagi dengan kriteria siswa yang berbeda-beda sesuai dengan kasus bagaimana siswa mendapatkan kekurangan dalam penglihatan *metode* ini menjadi belum efektif digunakan.

Penelitian ini dilakukan untuk memberikan *metode* pembelajaran alternatif berupa *gim* dengan *alat interaksi khusus* dengan harapan akan menjawab dari permasalahan di atas sehingga *metode* pembelajaran menjadi lebih efektif dan interaktif. Pengembangan *gim* dilakukan dengan *metode ADDIE* untuk memudahkan proses *developer* dalam mengembangkan sebuah *gim*.

Hasil penelitian berdasarkan pengujian yang dilakukan di *SLB A Yaketunis Yogyakarta* kepada guru dan murid menunjukkan bahwa *gim Braille interaktif* dapat *memotivasi* dan menjadikan media *pembelajaran* bagi siswa untuk mempermudah *penggunaan* *gim* dalam belajar *huruf Braille*. Terdapat *kritik dan saran* yang bersifat membangun supaya dalam pengembangan *gim Braille interaktif* ini lebih mudah untuk dimainkan dan digunakan sebagai media *pembelajaran huruf Braille* di sekolah tunanetra khususnya di *SLB A Yaketunis Yogyakarta*.

Kata kunci: Huruf *Braille*, *SLB A Yaketunis Yogyakarta*, *Siswa Tunanetra*, *Metode*, *Gim*, *Alat Interaksi Khusus*, *ADDIE*, *developer*, *Gim Braille Interaktif*, *Motivasi*, *Pembelajaran*, *Penggunaan*.

GLOSARIUM

Compile	: Proses untuk mengubah berkas kode program dengan berkas lain yang terkait menjadi berkas yang siap untuk dieksekusi oleh sistem operasi secara langsung.
Debug	: Langkah untuk menelusuri kesalahan kode program.
Run	: Proses untuk menjalankan kode program.
Build	: Perintah dalam bahasa pemrograman untuk menjalankan kembali program yang dibuat dari awal.
Random	: Metode yang dilakukan untuk mengacak dalam program.
ADDIE	: Salah satu metode pengembangan perangkat lunak.
IDE	: Sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng- <i>compile</i> menjadi kode biner dan meng- <i>upload</i> ke dalam <i>memory microcontroller</i> .

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
SARI	ix
GLOSARIUM	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.6.1 Analysis (Analisis)	3
1.6.2 Design (Desain/Perancangan)	4
1.6.3 Development / Production (Pengembangan)	5
1.6.4 Implementation (Implementasi)	5

1.6.5 Evaluation (Evaluasi)	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Braille	7
2.1.1 Pembelajaran Braille di Sekolah Luar Biasa Tunanetra	8
2.2 Gim	11
2.2.1 Gim Edukasi	1
2.3 Arduino	1
2.3.1 Arduino Leonardo	1
2.4 Model ADDIE	13
2.5 Penelitian Sejenis Braille	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Metode Penelitian	18
3.2 Alur Penelitian	18
3.3 Analysis (Analisis)	19
3.3.1 User Centered Design (UCD)	20
3.4 Design (Perancangan)	21
3.4.1 Perancangan Alat Interaksi Khusus	22
3.4.2 Perancangan Alur Navigasi.....	24
3.4.3 Perancangan HIPO	28
3.4.4 Perancangan Storyboard	34
3.4.5 Perancangan Pengujian	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 <i>Development</i> (Pengembangan)	38
4.1.1 Batasan <i>Development</i>	38

4.1.2 <i>Development</i> Perangkat Lunak	38
4.1.3 Development Perangkat Keras	38
4.1.4 Tahap Pembuatan Gim	39
4.1.5 Tahap Pembuatan Alat Interaksi Khusus	40
4.2 Implementation (Implementasi)	46
4.3 Evaluation (Evaluasi)	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Review</i> Penelitian.....	16
Tabel 3.1 Keterangan Tombol Alat Interaksi Khusus.....	23
Tabel 3.2 Keterangan Flowchart	27
Tabel 3.3 Overview Diagram	29
Tabel 3.4 Detail Diagram	31
Tabel 3.5 Tabel Pertanyaan Pengujian	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Braille Sel.....	7
Gambar 2.2 Braille Karakter	8
Gambar 2.3 Braille <i>Board</i>	9
Gambar 2.4 Braille <i>Board Puzzle</i>	9
Gambar 2.5 <i>Toy Block</i> Braille.....	10
Gambar 2.6 Braille <i>Trail</i> 1	10
Gambar 2.7 Braille <i>Trail</i> 2.....	11
Gambar 2.8 Arduino Leonardo.....	13
Gambar 3.1 Model ADDIE.....	18
Gambar 3.2 Alat Pembelajaran Huruf Braille di Sekolah.....	20
Gambar 3.3 Komponen Pembuatan Alat Interaksi Khusus	22
Gambar 3.4 Desain Alat Interaksi Khusus	22
Gambar 3.5 Notasi Algoritma Pemrograman Pada Arduino.....	24
Gambar 3.6 Flowchart Alur Navigasi Menu Utama.....	25
Gambar 3.7 Flowchart Alur Navigasi Menu Main Game.....	25
Gambar 3.8 Flowchart Alur Navigasi Menu Latihan.....	26
Gambar 3.9 Diagram <i>Visual Table of Contents</i> (VTOC).....	27
Gambar 3.10 <i>Storyboard Scene</i> 1.....	34
Gambar 3.11 <i>Storyboard Scene</i> 2.....	34
Gambar 3.12 <i>Storyboard Scene</i> 3.....	35
Gambar 3.13 <i>Storyboard Scene</i> 4.....	35
Gambar 3.14 <i>Storyboard Scene</i> 5.....	36
Gambar 4.1 Halaman Menu Utama Gim	39
Gambar 4.2 Halaman Menu Pilih Permainan	40
Gambar 4.3 Halaman Menu Permainan	40
Gambar 4.4 Halaman Menu Latihan	41
Gambar 4.5 Halaman Skor.....	41
Gambar 4.6 <i>Box</i> dan <i>Push Button</i>	42
Gambar 4.7 Rangkaian <i>Push Button</i> , <i>Jump Wires</i> dan Leonardo.....	42

Gambar 4.8 Kode Program Pada Arduino Leonardo	45
Gambar 4.9 Hasil Akhir Alat Interaksi.....	46
Gambar 4.10 Proses Menjelaskan Mengenai Gim	47
Gambar 4.11 Proses Pengenalan Alat Interaksi	47
Gambar 4.12 Proses Penjelasan Fungsi Tombol	48
Gambar 4.13 Proses Uji Coba Kepada Guru	48
Gambar 4.14 Proses Uji Coba Kepada Siswa.....	48
Gambar 4.15 Proses Wawancara Siswa	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Braille adalah kumpulan dari beberapa karakter yang terdiri dari titik-titik yang diangkat dalam sel untuk memungkinkan seorang tunanetra dapat membaca dan berkomunikasi (Hoshino & Motoki, 2018; Miesenberger & Kouroupetroglou, 2018). Sejarah dari penemuan kode penulisan Braille ini berawal dari kode penulisan dengan membentuk pola berdasarkan sel 12-titik oleh Charles Barbier pada tahun 1767. Charles yang merupakan seorang perwira tentara kavaleri yang bertugas pada korps sinyal Perancis ini menggunakan kode tersebut untuk menuliskan sebuah strategi pada malam hari supaya tidak diketahui oleh musuh (Farrell, 1956). Pada tahun 1829 Louis Braille mulai mencoba mengembangkan dan mengadaptasi sistem tersebut menjadi sel 6-titik. Pada tahun 1834 Louis Braille mencoba menerbitkan metode menuliskan kata-kata dan lagu-lagu untuk digunakan oleh penyandang tunanetra dengan mengadopsi kode yang telah dikembangkan oleh Braille tersebut. Tahun 1900 Braille diterima di Amerika Serikat sebagai media untuk membaca dan menulis bagi para tunanetra. Keberhasilan Braille di Amerika membuatnya dapat diterima sebagai kode penulisan bagi para penyandang tunanetra di seluruh dunia.

Pada umumnya Braille diajarkan dengan mengenalkan pola berdasarkan jumlah kombinasi antara titiknya, dimulai dari kombinasi 1 titik sampai kombinasi 5 titik lainnya. Setiap titik merujuk karakter sebuah pola sehingga menghasilkan suatu abjad (Lamb, 1996). Pada tingkat 1, Braille mempunyai pola yang menggambarkan huruf dari alphabet dan tanda baca. Sedangkan pada tingkat 2, Braille mempunyai pola karakter yang mencakup kata-kata dalam bentuk pendek atau disingkat. Beberapa contoh Braille tingkat 2 yaitu jika pola membentuk 6 titik penuh maka akan membuat kata "for" dan jika tidak mempunyai titik ke 5 maka akan membentuk kata "and".

Saat ini terdapat beberapa media pembelajaran untuk mengajarkan Braille, seperti *Toy Block*, *Braille Board*, dan *Braille Trail*.

Toy Block adalah media pembelajaran yang ada pada sejak jaman dahulu dan merupakan media pembelajaran berbentuk balok yang setiap sisinya terdapat pola-pola Braille (Rudy, 1994). *Braille board* adalah perkembangan dari media pembelajaran sebelumnya dengan bentuk papan yang berisikan kode Braille yang membentuk suatu pola huruf dan karakter. Media pembelajaran *Braille board* ini merupakan media pembelajaran dasar untuk belajar pola karakter pada Braille

(Bourbeau, 2001). *Braille Trail* adalah Braille yang digunakan di tempat umum sebagai jalur khusus yang dapat dilalui oleh pejalan kaki bagi para tunanetra (Swenson, A, 2002). Biasanya *Braille Trail* ini juga dapat ditemukan di tempat keramaian, fasilitas umum, dan sudah banyak juga digunakan di tempat pariwisata sebagai jalur khusus tunanetra. Semua alat yang telah dikembangkan tersebut bertujuan untuk membantu para penyandang tunanetra dalam memahami Braille melalui interaksi, karena pada umumnya proses pembelajaran Braille itu dilakukan dalam bentuk interaksi sehari-hari.

Penelitian ini dilakukan untuk membuat alat bantu yang dapat digunakan untuk proses belajar bagi siswa penyandang tunanetra. Alat bantu yang akan dibuat dikembangkan dalam bentuk gim berbasis *Game-based learning*. Pembelajaran berbasis gim merupakan sebuah metode pembelajaran yang digabungkan dengan sebuah permainan atau gim komputer yang di dalamnya mengandung unsur pembelajaran (Prensky, 2003). Untuk memudahkan dalam proses perancangan pada gim ini akan menggunakan pemodelan *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation* atau biasa disebut dengan ADDIE. Model ADDIE merupakan salah satu model pengembangan aplikasi multimedia yang dapat digunakan untuk mengembangkan digital *game-based learning* (Budiarta, 2014; Mahardika, 2015).

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan interaksi dan semangat siswa tunanetra dalam belajar huruf Braille. Untuk menciptakan interaksi yang optimal, maka gim akan dikembangkan dengan menggunakan alat interaksi khusus yang dibuat menggunakan Arduino Leonardo. Arduino merupakan *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino memiliki kombinasi dari beberapa *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller* (Djuandi, 2011).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka terdapat rumusan masalah yaitu : Bagaimana mengembangkan media pembelajaran interaktif dalam bentuk gim yang dapat digunakan untuk proses pembelajaran huruf Braille pada anak-anak penyandang tunanetra?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan dan pembuatan dari penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah yaitu sebagai berikut :

- a. Gim ini hanya untuk siswa PAUD dan sekolah dasar (SD) SLB kelas 1 sampai 3.
- b. Gim berbasis desktop.
- c. Gim akan dimainkan menggunakan alat interaksi khusus.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membangun gim yang dapat membantu siswa dalam proses belajar huruf Braille.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya :

- a. Siswa dapat dengan mudah belajar menghafal pola-pola yang ada pada huruf Braille dengan bermain gim ini.
- b. Siswa dapat lebih berinteraksi dan termotivasi dalam belajar huruf Braille dengan bermain gim ini.

1.6 Metodologi Penelitian

Dalam metodologi penelitian terdapat langkah-langkah yang diterapkan untuk mengembangkan sistem dengan menggunakan model ADDIE adalah sebagai berikut :

1.6.1 *Analysis (Analisis)*

Merupakan suatu proses pengumpulan data, mengidentifikasi masalah, analisis kebutuhan untuk menyelesaikan penelitian ini. Ada beberapa proses analisa yang dilakukan seperti di bawah ini :

- a. Studi Literatur

Pada studi literatur ini dilakukan dengan mencari dan membaca referensi dari beberapa sumber yang berasal dari buku, paper, jurnal, catatan dan laporan-laporan penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini.

- b. Wawancara

Wawancara ini dilakukan dengan para narasumber untuk berdiskusi memberikan informasi yang dibutuhkan dalam menyelesaikan penelitian ini. Narasumber yang dimaksud adalah para guru pengajar huruf Braille.

1.6.2 *Design (Desain/Perancangan)*

Di dalam tahap ini, proses perancangan meliputi beberapa tahap yaitu : Perancangan Alat Interaksi Khusus, Perancangan Alur Navigasi, Perancangan HIPO, Perancangan Storyboard dan Perancangan Pengujian.

1. Perancangan Alat Interaksi Khusus

Alat interaksi khusus dibuat untuk memudahkan siswa tunanetra dalam mengoperasikan gim yang dimainkan.

2. Perancangan Alur Navigasi

Alur navigasi berguna untuk menjelaskan beberapa alur dalam permainan yang ada. Alur navigasi akan dibuat dengan menggunakan *flowchart*.

3. Perancangan HIPO

Hierarchy Input Proses berguna sebagai alat dokumentasi program yang berada pada setiap modul dan digambarkan oleh fungsi utamanya.

4. Pembuatan Storyboard

Storyboard merupakan sebuah gambaran umum untuk menjelaskan alur dan aturan dari skenario gim yang akan dibuat.

5. Perancangan pengujian

Proses pengujian akan dilakukan dengan menggunakan metode black-box testing.

a. Sistem

Pengujian sistem akan dilakukan dengan menggunakan metode black-box testing. Pengujian dilakukan dengan development untuk melihat kekurangan dalam memenuhi kebutuhan gim.

b. User

Pengujian user akan dilakukan dengan menggunakan metode black-box testing. Proses pengujian ini dilakukan untuk melihat dari luar fungsi apa saja yang dapat dilakukan oleh sistem untuk memenuhi kebutuhan dari pengguna dengan metode wawancara.

1.6.3 Development / Production (Pengembangan)

Tahap selanjutnya adalah melakukan pengembangan untuk mewujudkan desain yang telah dibuat. Desain yang ada kemudian dibuat menjadi sebuah aturan perancangan perangkat lunak. Proses ini mencakup kegiatan memilih dan menentukan metode perancangan yang akan digunakan dan jenis aplikasi yang akan dibuat. Hasil akhir dari proses pengembangan adalah rancangan aplikasi yang nantinya akan diimplementasikan pada proses selanjutnya. Dalam tahap development terdapat pengujian sistem dengan metode white-box testing. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui secara internal sistem, apakah terdapat masalah dalam coding atau program dalam proses pengembangannya.

1.6.4 Implementation (Implementasi)

Proses implementasi adalah proses yang akan dilaksanakan berdasarkan pada perancangan yang telah dibuat pada proses sebelumnya. Proses pembuatan gim sebagai media pembelajaran huruf Braille akan dilakukan pada proses ini. Pada proses ini, perancangan yang telah disiapkan sesuai dengan kebutuhannya diimplementasikan sesuai dengan peran serta fungsinya dengan harapan agar pengguna sistem dapat menggunakannya dengan baik serta dapat meningkatkan pemahaman pengguna terkait materi yang akan disampaikan. Hasil akhir dari proses implementasi adalah aplikasi *game based-learning* yang dapat membantu proses pembelajaran huruf Braille untuk anak-anak penyandang tunanetra. Pada tahap implementasi terdapat pengujian user dengan metode *usability-testing*. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur tingkat kemudahan pengguna dalam menggunakan aplikasi, mengukur tingkat fleksibilitas dalam menangani kontrol, dan mengukur kemampuan sistem dalam memenuhi tujuannya.

1.6.5 Evaluation (Evaluasi)

Tahap evaluasi dibutuhkan untuk melihat apakah gim yang telah dibangun berhasil dan sesuai dengan harapan awal atau tidak. Tahap ini juga memastikan apakah masalah yang ada dapat terselesaikan serta tujuan yang diinginkan terpenuhi atau tidak. Hasil akhir dari tahapan evaluasi dapat berupa pembahasan dari pengujian user berdasarkan nilai atas sikap siswa terhadap kegiatan pembelajaran, nilai atas peningkatan pemahaman, dan nilai atas keuntungan yang didapatkan setelah melakukan proses pembelajaran dengan menggunakan gim pembelajaran Braille (dalam hal ini adalah pihak dari sekolah/PAUD).

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika di dalam penulisan laporan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab, yaitu sebagai berikut:

a. BAB I

Menjabarkan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

b. BAB II

Landasan teori, menjelaskan mengenai teori-teori yang dibutuhkan pada penelitian ini seperti review jurnal penelitian yang berkaitan dengan alat atau metode pembelajaran Braille terutama untuk meningkatkan interaksi belajar Braille.

c. BAB III

Analisis Sistem, menjabarkan tentang analisis kebutuhan, metode apa saja yang digunakan dalam mengerjakan penelitian ini, serta menjelaskan gambaran umum sistem yang akan dibangun nantinya.

d. BAB IV

Hasil dan Pembahasan, menjelaskan mengenai implementasi sistem dan pengujian sistem yang telah dibangun.

e. BAB V

Kesimpulan dan saran, menjelaskan kesimpulan dan saran dari sistem yang telah dibangun.

BAB II

LANDASAN TEORI

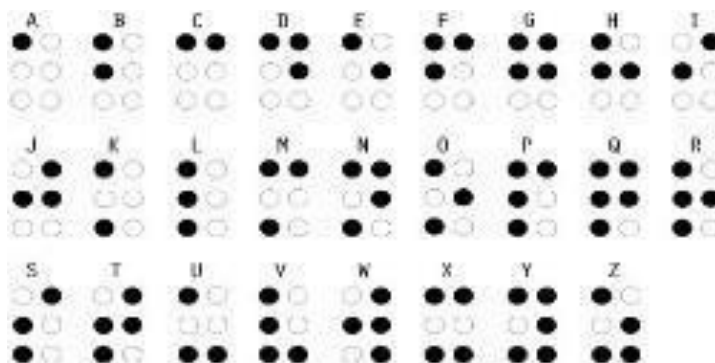
2.1 Braille

Menurut Allen (1980) menjelaskan mengenai anak yang mempunyai kelainan atau mempunyai cacat baik secara fisik maupun mental, akan menghambat pertumbuhan serta pola pikir mereka oleh karena itu dibutuhkan metode pembelajaran secara khusus seperti Braille yang merupakan sistem baca dengan menggunakan perabaan dengan pola titik-titik atau sel yang timbul untuk penyandang tunanetra (America, 1994). Sampai sekarang Braille menjadi alat bantu membaca dan menulis yang digunakan bagi para penyandang tunanetra (Jones dkk, 2017). Braille ditemukan oleh Louis Braille yang merupakan seorang guru di Perancis yang juga memiliki keterbatasan dalam penglihatannya. Braille memiliki seperangkat karakter yang terdiri dari beberapa titik yang ada di dalam sel yang memungkinkan seorang tunanetra dapat belajar dan menulis (Hatzigiannakoglou, Kampouraki, 2016). Standar susunan sel yang digunakan Braille untuk merepresentasikan huruf alfabet adalah dari huruf A-Z (Himali dkk, 2016). Sel merupakan suatu susunan dari enam titik yang ada di dalam Braille, 6 titik yang ada akan membentuk sebuah pola karakter hingga dapat dipahami oleh seorang tunanetra. Di bawah ini Gambar 2.1 Sel Braille adalah contoh gambar bentuk sel dalam Braille.



Gambar 2.1 Sel Braille

Di dalam sel tersebut, terdapat kombinasi dari beberapa titik. misalnya kombinasi dari 1 – 5 titik akan membentuk sebuah karakter huruf dan simbol. Pada Gambar 2.2 karakter Braille merupakan contoh bentuk pola kombinasi Braille yang memiliki sel 6 titik yang dapat membentuk sebuah karakter huruf yang nanti akan digunakan sebagai bahan penelitian ini.



Gambar 2.2 Karakter Braille

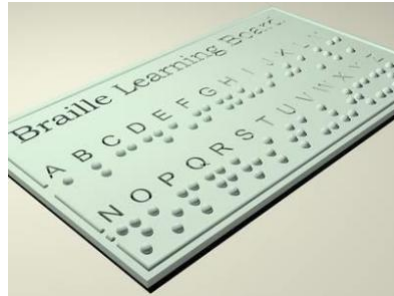
2.1.1 Pembelajaran Braille di Sekolah Luar Biasa Tunanetra

Dalam dunia pendidikan, tentunya terdapat sebuah sekolah luar biasa dimana seorang siswanya mendapatkan perlakuan khusus untuk belajar supaya dapat berkomunikasi dengan orang lain (Kurniawan, 2017). Seperti sekolah luar biasa tunanetra yang siswanya mendapatkan belajar membaca dan menulis dengan cara yang berbeda yaitu dengan menggunakan huruf Braille. Pembelajaran dapat dilakukan dengan mengenalkan dasar pola-pola atau karakter yang ada pada Braille supaya siswa dapat memahami bentuk pola karakter tersebut, serta siswa dapat mengartikan maksud yang ada di dalam pola tersebut (Rudiyati, 2010). Untuk mempermudah dalam pembelajaran huruf Braille ini maka terdapat metode-metode yang dapat digunakan, adapun syarat metode yang dapat digunakan media belajar adalah sebagai berikut : 1. Bisa untuk diraba, 2. Dapat merepresentasikan huruf Braille dan 3. Mempunyai suara untuk yang berbasis elektronik (Kurniasih dkk, 2016). Berikut contoh beberapa metode pembelajaran Braille.

1. Braille Board

Braille Board merupakan sebuah papan yang menyediakan satu halaman penuh karakter huruf Braille dengan karakter per barisnya yang berbeda-beda, dan memiliki pola 6 titik dalam 1 sel untuk merepresentasikan huruf dari mulai huruf A sampai Z (Thompson, 1995). Dalam perkembangannya metode Braille ini dapat dibentuk dalam sebuah permainan *puzzle*, yaitu dengan memisahkan antara titik-titiknya dengan papan supaya dapat dimainkan dengan cara memasukan kepingan titik-titik tersebut kepada papan supaya membentuk pola Braille yang dapat dibaca

(Kurniasih dkk, 2016). Digunakan kepada penyandang tunanetra sebagai media pembelajaran dasar yang mudah untuk mengenal huruf Braille. Di bawah ini merupakan contoh Gambar 2.3 *Braille Board* dan perkembangannya yaitu Gambar 2.4 *Braille Board Puzzle*.



Gambar 2.3 *Braille Board*



Gambar 2.4 *Braille Board Puzzle*

2. *Toy Block Braille*

Toy Block Braille merupakan media pembelajaran huruf Braille yang berbentuk sebuah balok yang setiap sisinya memiliki pola-pola huruf Braille (Rudy, 1994). *Toy Block* ini juga dapat dimainkan dengan cara menggabungkan balok satu dengan balok yang lainnya supaya membentuk sebuah huruf atau kalimat yang dapat dipahami oleh pembaca. Di bawah ini merupakan contoh Gambar 2.5 *Toy Block Braille*.



Gambar 2.5 *Toy Block Braille*

3. *Braille Trail*

Braille Trail merupakan jenis Braille yang mempunyai fungsi sebagai penunjuk arah bagi para pejalan kaki untuk orang tunanetra. Braille ini dapat ditemui di tempat-tempat umum seperti pariwisata, trotoar dan tempat umum lainnya. Hal ini dilakukan supaya memberikan jalur khusus dan dapat mempermudah bagi tunanetra untuk berjalan ditempat yang cukup ramai. Beberapa contoh *Braille Trail* yang dapat dilihat pada tempat umum seperti Gambar 2.6 *Braille Trail 1* dan Gambar 2.7 *Braille Trail 2*.



Gambar 2.6 *Braille Trail 1*



Gambar 2.7 Braille Trail 2

2.2 Gim

Gim atau *Game* merupakan sebuah kegiatan bermain yang mempunyai aturan dan misi sendiri, supaya dalam aktivitasnya memiliki tujuan menyelesaikan misi tersebut. Aturan dan misi yang ada dalam gim ini dikemas secara menarik agar pemain dapat ikut berinteraksi dengan gim tersebut (Wibisono; Yulianto, 2012). Gim juga dapat dimainkan secara single player dan multiplayer yang artinya dapat dimainkan secara individu, kelompok bahkan untuk bertanding. Terdapat beberapa genre gim yang dapat dimainkan, seperti :

a. *Education Game*

Education Game adalah gim di mana pemain diajarkan keterampilan baru atau belajar, biasanya permainan ini digunakan pada anak usia dini.

b. *Realtime Strategy Game*

Realtime Strategy Game biasanya didefinisikan dengan mengumpulkan sumber daya dan membuat pangkalan atau membuat bangunan dengan melibatkan pertempuran antara sesama pemain atau komputer yang memiliki tujuan yang sama.

c. *Sport Game*

Sport Game adalah gim simulasi olah raga dimana pemain dapat memainkan beberapa jenis olahraga tanpa harus keluar rumah.

d. *Action Game*

Action Game adalah suatu permainan yang menempatkan pemain sebagai tokoh dalam permainan tersebut, mirip dengan permainan peran, tetapi ditambah dengan unsur-unsur aksi, misalnya perkelahian dan tembak-menembak.

Dalam penelitian ini, saya mengambil genre gim edukasi sebagai media pembelajaran.

2.2.1 Gim Edukasi

Gim edukasi adalah sebuah permainan yang dirancang untuk melatih daya pikir dan meningkatkan konsentrasi seseorang serta dapat memecahkan masalah (Handriyantini, 2009). Gim edukasi merupakan jenis media yang digunakan untuk memberikan pengajaran, menambah pengetahuan pemain melalui gim yang menarik. Gim edukasi biasanya ditujukan untuk anak-anak sebagai media pembelajaran yang menyenangkan dan menarik serta dapat meningkatkan interaksi antara pemain sehingga pemain dapat berfikir secara lebih kreatif (Dewi, 2012).

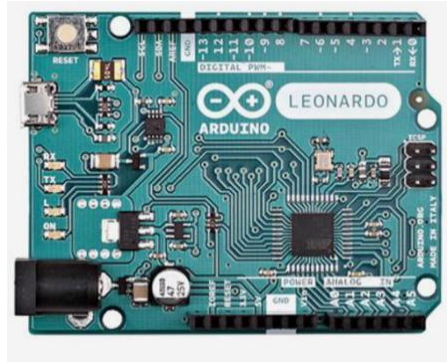
2.3 Arduino

Arduino merupakan pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* memiliki prosesor *Atmel AVR* dan *software* memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino juga merupakan platform *hardware* terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat peralatan elektronik interaktif berdasarkan *hardware* dan *software* yang *fleksibel* dan mudah digunakan (Novaria, 2017). Sedangkan menurut (Djuandi, 2011) arduino merupakan *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino memiliki kombinasi dari beberapa *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller*. Arduino memiliki beberapa jenis diantaranya : Arduino Leonardo, Arduino Uno, Arduino Mega, Arduino mini, Arduino Micro dsb.

2.3.1 Arduino Leonardo

Arduino Leonardo merupakan tipe Arduino USB. Tipe Arduino ini menggunakan USB sebagai *interface* untuk men-*download* kode program di dalamnya. Arduino Leonardo berbentuk papan dengan mikrokontroler berbasis atmega32U4 dari atmel. Papan tersebut memiliki 20 titik I/O (*input-output*) digital dengan 7 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM (*Pulse Width Modulation*) dan 12 titik lainnya dapat digunakan sebagai input analog dengan ADC (*Analog-to-Digital Converter*) sepanjang 10 bit. Hal ini memungkinkan Arduino Leonardo dapat

digunakan untuk perantara penerima *input-output* yang dapat dibuat di dalam alat pengendali khusus. Bentuk Arduino Leonardo dapat dilihat pada Gambar 2.8 di bawah ini.



Gambar 2.8 Arduino Leonardo

2.4 Model ADDIE

Model *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation* atau biasa disebut ADDIE dikembangkan oleh (Dick & Carey, 1996). Menurut (Endang, 2012) model ADDIE dapat digunakan untuk berbagai bentuk pengembangan produk. Salah satunya digunakan untuk pengembangan model media pembelajaran. Tahap yang harus dilakukan pada penelitian dalam model ADDIE menurut (Izzati & Sumarsih, 2017) yaitu :

1. *Analysis* (Analisis)

Pada tahap ini kegiatan utama adalah menganalisis perlunya pengembangan model atau metode pembelajaran baru dan menganalisa kelayakan dan syarat-syarat pengembangan model atau pembelajaran baru. Pada penelitian ini Proses analisis dilakukan menggunakan metode wawancara kepada guru pengajar huruf Braille di SLB A Yaketunis untuk mendapatkan informasi tentang metode pembelajaran yang digunakan di sekolah tersebut serta respon anak-anak terhadap metode pembelajaran yang ada. Dengan demikian metode pembelajaran baru bisa dapat diterapkan dan dipelajari oleh para siswa sesuai dengan kebutuhan yang ada.

2. *Design* (Desain/Perancangan)

Pada tahap ini membuat beberapa desain atau rancangan yang dibutuhkan dalam pembuatan gim, sehingga gim dapat digambarkan secara umum sebelum proses

pengembangan. Beberapa desain atau rancangan yang harus dibuat dalam penelitian ini untuk pembuatan gim adalah sebagai berikut :

1. Perancangan Alat Interaksi Khusus.
2. Perancangan Alus Navigasi.
3. Perancangan HIPO.
4. Perancangan Storyboard.
5. Perancangan Pengujian.

3. *Development* (Development/Pengembangan)

Development dalam model ADDIE berisi kegiatan realisasi rancangan produk setelah tahap desain, dibentuk dan disusun dalam kerangka konseptual penerapan model/metode pembelajaran baru. Dalam tahap pengembangannya, kerangka yang masih konseptual tersebut direalisasikan menjadi produk yang siap diimplementasikan.

4. *Implementation* (Implementasi)

Pada tahap ini rancangan dan metode yang telah dikembangkan kemudian diimplementasikan pada situasi yang nyata yaitu di kelas. Selama implementasi, rancangan model atau metode yang telah dikembangkan diterapkan pada kondisi yang sebenarnya. Materi disampaikan sesuai dengan model atau metode baru yang dikembangkan. Setelah penerapan metode kemudian dilakukan evaluasi awal untuk memberi umpan balik pada penerapan model atau metode berikutnya.

5. *Evaluation* (Evaluasi)

Pada tahap ini setelah dilakukannya proses implementasi rancangan dan metode yang telah dikembangkan pada situasi yang nyata yaitu di kelas, terdapat proses pengujian terhadap sistem berdasarkan aspek yang ditentukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun dapat memenuhi kebutuhan pengguna dan dapat membantu proses pembelajaran huruf Braille sesuai dengan apa yang diharapkan.

2.5 Penelitian Sejenis

Pada tahun 2014, Beny Abdurrahman melakukan penelitian untuk mengembangkan dan menguji kelayakan media pembelajaran huruf latin dan hijaiyah Braille dengan output suara untuk siswa tunanetra di SLB A Yaketunis Yogyakarta (Beny, 2014). Penelitian ini merupakan penelitian *research and development*. Objek penelitian adalah media pembelajaran huruf latin dan hijaiyah Braille. Tahap pengembangan produk meliputi : identifikasi potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, revisi produk, uji coba pemakaian dan revisi produk. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data menggunakan studi pustaka dan kuesioner (Julianto & Sukardiyono, 2017).

Pada tahun 2016, Kurniasih, dkk., melakukan penelitian pengembangan puzzegi (puzzle segi empat) sebagai media pembelajaran matematika pada siswa tunanetra (Kurniasih dkk, 2016). Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*research and development*) yang bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran matematika (puzzegi, puzzle segi empat) untuk siswa tuna netra. Metode pengembangan menggunakan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*).

Pada tahun 2018, Irdamurni, dkk., melakukan penelitian model pembelajaran bahasa inggris anak tunanetra berbasis permainan *scrabble* Braille (Irdamurni dkk, 2018). Penelitian ini bertujuan sebagai model pembelajaran untuk meningkatkan kosa kata bahasa inggris anak tunanetra. Jenis penelitian adalah penelitian pengembangan (*research and development*), yang mengacu pada teori Borg and Gall yang menjelaskan bahwa *research and development* merupakan model pengembangan di mana temuan hasil penelitiannya digunakan untuk merancang produk pembelajaran yang kemudian diuji cobakan di lapangan dan dievaluasi sehingga menjadi produk media pembelajaran. Subjek penelitian adalah siswa tunanetra kelas VIII di SLB A Payakumbuh. Penelitian menghasilkan suatu model pembelajaran bahasa inggris berbasis permainan *scrabble* Braille. Berikut ini merupakan tabel *review* penelitian yang sudah ada sebelumnya dapat dilihat dari Tabel 2.1 *Review* Penelitian di bawah ini.

Tabel 2.1 *Review* Penelitian

No	Penulis	Judul	Metode	Hasil
1	Beny Abdurrahman 2014	Media pembelajaran huruf latin dan hijaiyah Braille dengan output suara untuk siswa tunanetra di slb A Yaketunis Yogyakarta.	Menggunakan komputasi, proses : identifikasi potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, revisi produk, uji coba pemakaian dan revisi produk.	Media pembelajaran dengan dilengkapi output suara .
2	Kurniasih, dkk., 2016	Pengembangan puzzegi (puzzle segi empat) sebagai media pembelajaran matematika pada siswa tunanetra.	Menggunakan media kertas karton atau papan kayu. Proses perancangan menggunakan ADDIE (<i>Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation</i>).	Papan puzzle yang berbentuk segi empat dan dapat digabungkan dengan bentuk puzzle yang lainnya.
3	Irdamurni, dkk., 2018	Model pembelajaran bahasa inggris anak tunanetra berbasis	Menggunakan media papan permainan	Menghasilkan papan <i>scrabble</i> yang memiliki kode

No	Penulis	Judul	Metode	Hasil
		permainan <i>scrabble</i> Braille.	<i>scrabble</i> . Proses perancangan : penelitian dan pengumpulan informasi, perancangan, pengembangan awal produk, uji lapangan awal, revisi produk	Braille yang dapat disusun di atas papan sehingga menghasilkan kosa kata bahasa inggris yang benar.

Pada proposal tugas akhir ini saya melakukan penelitian dan pengembangan media pembelajaran huruf Braille berupa gim komputer untuk meningkatkan interaksi dan motivasi belajar siswa. Subjek penelitiannya adalah siswa paud dan sd kelas 1 sampai 3 pada sekolah luar biasa tunanetra. Prosedur pengembangan penelitian ini menggunakan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Gim yang dibuat akan dikembangkan dengan menggunakan alat interaksi khusus dengan menggunakan Arduino Leonardo supaya dalam proses memainkan gim dapat lebih mudah.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

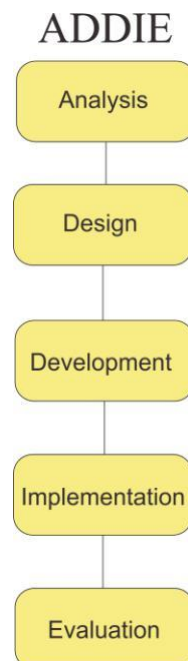
3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan model perancangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) yang bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran dalam bentuk gim untuk membantu proses pembelajaran huruf Braille.

Proses perancangan gim dalam penelitian ini membutuhkan metode pendekatan UCD (*User Centered Design*) metode ini bertujuan untuk melihat kebutuhan apa saja yang dibutuhkan oleh user berdasarkan nilai-nilai dari metode UCD. Hal ini dilakukan agar sistem dapat berjalan sesuai dengan harapan dan dapat membantu proses pembelajaran huruf Braille.

3.2 Alur Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan model perancangan ADDIE, Proses iterasi model ADDIE dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Model ADDIE

3.3 *Analysis (Analisis)*

Proses analisis menggunakan metode pendekatan UCD yang dilakukan dengan cara wawancara untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan, dan melihat cara metode belajar huruf Braille dengan menggunakan media pembelajaran yang ada pada SLB A Yaketunis Yogyakarta. Wawancara dilakukan kepada ibu Ambar selaku guru di SLB A Yaketunis Yogyakarta. Dari proses analisis didapatkan beberapa informasi tentang siswa penyandang tunanetra di sekolah tersebut. Menurut ibu Ambar terdapat beberapa kriteria siswa yang belajar huruf Braille berdasarkan kasus bagaimana siswa tersebut mendapatkan kekurangan dalam penglihatannya, contohnya : siswa dengan keterbatasan penglihatan sejak lahir atau mengalami kecelakaan dan siswa penyandang tunanetra beserta mengalami *down syndrome*. Hal ini menimbulkan kesulitan dalam menyesuaikan dengan keadaan sekitar bahkan untuk proses pembelajaran sedikit akan terlambat dibandingkan dengan siswa yang sudah terbiasa akan kekurangannya, sehingga dapat dengan cepat belajar dalam memahami materi yang diajarkan seperti belajar huruf Braille.

Untuk siswa penyandang tunanetra dari lahir akan lebih mudah diajarkan pengenalan huruf Braille dibandingkan siswa yang belum siap akan kekurangan yang dialami sehingga dalam proses pembelajaran lebih susah karena tidak terbiasa, tidak mudah untuk mengingat, kurangnya motivasi untuk belajar. Sedangkan untuk siswa penyandang tunanetra serta memiliki *down syndrome* sangat susah untuk mengajarkan materi yang ada karena keterbatasan dari pola pikir anak yang terhambat.

Keterbatasan alat sebagai media pembelajaran dan metode pembelajaran dapat mempengaruhi proses pembelajaran para siswa dalam belajar huruf Braille. SLB A Yaketunis menggunakan media pembelajaran huruf Braille berbentuk papan kayu dengan beberapa paku untuk merepresentasikan titik-titik yang ada pada Braille sehingga dapat membentuk pola yang mengartikan sebuah abjad. Di bawah ini merupakan gambar alat pembelajaran Braille di SLB A Yaketunis Yogyakarta.



Gambar 3.2 Alat Pembelajaran Huruf Braille di Sekolah

Dengan alat di atas serta terdapat beberapa karakter siswa penyandang tunanetra pasti akan mempunyai kesulitan dalam proses pembelajarannya. Oleh karena itu dibutuhkan media pembelajaran berupa gim yang menarik sebagai media pembelajaran untuk siswa penyandang tunanetra agar dapat belajar huruf Braille lebih optimal.

3.3.1 *User Centered Design (UCD)*

User Centered Design merupakan metode pendekatan yang berfokus pada kebutuhan calon pengguna dalam menggunakan sistem dan merupakan sebuah solusi untuk memecahkan permasalahan supaya dapat memenuhi kebutuhan dari calon pengguna sistem.

- a. Pengguna merupakan siswa dari SLB A Yaketunis kelas 1 sampai 3 dengan syarat siswa sudah sedikit mengerti tentang huruf Braille hal ini dapat memudahkan siswa sebagai pengguna dalam gim Braille interaktif ini untuk bermain dengan maksimal dan membuat kemampuan belajar siswa meningkat
- b. Gim dapat berkomunikasi dengan pengguna menggunakan suara, terdapat metode pembelajaran kuis berupa huruf alfabet sebagai gim utama dan pemain harus menjawab kuis tersebut dengan memasukan kode huruf Braille yang diminta. Jika pemain memasukan kode yang salah maka soal akan berganti, pemain tidak mendapatkan skor, dan pemain akan kehilangan waktunya.

Kesimpulan dari hasil wawancara di atas mendapatkan beberapa analisis masalah antara lain :

1. Jumlah siswa yang ada di SLB A Yaketunis dari siswa kelas 1 - 6 SD yaitu 28 siswa. Jumlah tersebut dibagi menjadi beberapa karakter siswa berdasarkan penyebab terjadinya anak mendapatkan kekurangan dalam penglihatan.

2. Terdapat 3 klasifikasi siswa berdasarkan proses kenapa anak mendapatkan kekurangan dalam penglihatannya (tunanetra) di SLB A Yaketunis :
 - a. Siswa tunanetra dari lahir.
 - b. Siswa tunanetra akibat mengalami kecelakaan.
 - c. Siswa tunanetra dengan *down syndrome*. Bagi siswa tersebut dibutuhkan proses belajar khusus karena mereka tidak dapat membedakan huruf, tidak dapat mengingat dan susah untuk beradaptasi.
3. Terbatasnya metode media pembelajaran huruf Braille sehingga dalam proses pembelajaran huruf Braille para siswa mengalami kesulitan dalam proses belajar dan menghafal pola-pola huruf Braille yang disampaikan.
4. Guru belum mengembangkan metode belajar alternatif yang efektif untuk meningkatkan pemahaman kepada siswa mengenai huruf Braille. Hal ini menyebabkan siswa cenderung mudah lupa dalam menjawab pola karakter huruf Braille baik secara individu maupun kelompok.

Dari kesimpulan masalah yang dilakukan dengan wawancara di atas, didapat beberapa informasi mengenai permasalahan seperti yang ada di SLB A Yaketunis Yogyakarta. Untuk mengembangkan proses pembelajaran huruf Braille yang ada di SLB A Yaketunis Yogyakarta terdapat beberapa analisis kebutuhan sebagai penyelesaian masalah yang ada.

Beberapa analisis kebutuhan untuk menyelesaikan permasalahan di atas :

1. Merancang gim edukasi yang dapat berkomunikasi dengan pengguna melalui suara dan tombol sebagai media alternatif pembelajaran huruf Braille untuk membantu proses belajar siswa tunanetra di SLB A Yaketunis Yogyakarta.
2. Merancang alat interaksi khusus untuk mendukung proses pembelajaran yang lebih interaktif.
3. Menerapkan model gim edukasi quiz supaya meningkatkan motivasi dan tingkat kemampuan siswa dalam mengingat materi yang disampaikan.

3.4 Design (Perancangan)

Perancangan desain dalam pembuatan gim Braille interaktif ini membutuhkan beberapa tahap perancangan. Seperti perancangan alat interaksi khusus yang akan digunakan sebagai alat interaksi untuk gim tersebut. Perancangan alat interaksi khusus, perancangan *flowchart* alur

navigasi, perancangan HIPO dan perancangan antarmuka menggunakan metode *storyboard* yang bertujuan untuk membuat sketsa, alur dan aturan-aturan yang ada pada gim.

3.4.1 Perancangan Alat Interaksi Khusus

Perancangan alat interaksi khusus dilakukan untuk membantu user dapat memudahkan dalam mengoperasikan gim yang dimainkan. Desain perancangannya mempunyai beberapa komponen, seperti : Arduino Leonardo, USB Interface, Jump Wires, Push Button 16mm, Box. Terdapat beberapa alat pendukung seperti : Bor Tangan, Solder dan Timah, Gunting, Kater. Sehingga dapat menghasilkan alat interaksi yang di dalamnya terdapat beberapa tombol yang digunakan untuk mengoperasikan gim. Tombol ini mempunyai fungsi masing-masing yang nantinya akan dijelaskan oleh narator pada gim untuk mengoperasikan gim Braille interaktif. Berikut merupakan Gambar 3.3 komponen dan alat pendukung yang ada.



Gambar 3.3 Komponen Pembuatan Alat Interaksi Khusus

Gambaran umum alat interaksi ini dapat dilihat dari gambar sketsa yang ada pada Gambar 3.4 di bawah ini.



Gambar 3.4 Desain Alat Interaksi Khusus

Proses perancangan alat interaksi khusus yang akan dibuat memiliki 8 tombol yang mempunyai fungsi yang berbeda seperti yang dijelaskan pada tabel 3.1 keterangan tombol alat interaksi khusus di bawah ini.

Tabel 3.1 Keterangan Tombol Alat Interaksi Khusus

Tombol	Keterangan
X	Aksi Menu
Y	Aksi Menu
1	Braille Sel 1, Aksi Menu
2	Braille Sel 2, Aksi Menu
3	Braille Sel 3
4	Braille Sel 4
5	Braille Sel 5
6	Braille Sel 6

Selain membutuhkan beberapa komponen dan alat pendukung lainnya, pembuatan alat interaksi khusus membutuhkan kode program yang dibuat dengan menggunakan arduino IDE supaya dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan. Pembuatan kode program di dalam arduino IDE membutuhkan notasi algoritma supaya dapat mempermudah proses pembuatan kode program, seperti Gambar 3.5 notasi algoritma dibawah ini.

```
void setup() {
```

```
    //Statment
```

```
    Atur mode pin (pin, mode)
```

```
    Menuliskan (pin, nilai);
```

```
}
```

```
Void loop() {
```

```
    //Statment
```

```

    Jika (kondisi membaca pin (nilaiPin) == kondisi (nilai)){ Dan jika cek
    kondisi (statment){
        Maka keyboard menuliskan (nilai)
    }
    Statment = boolNilai;
}

Atau jika {
    Statment = boolNilai;
}

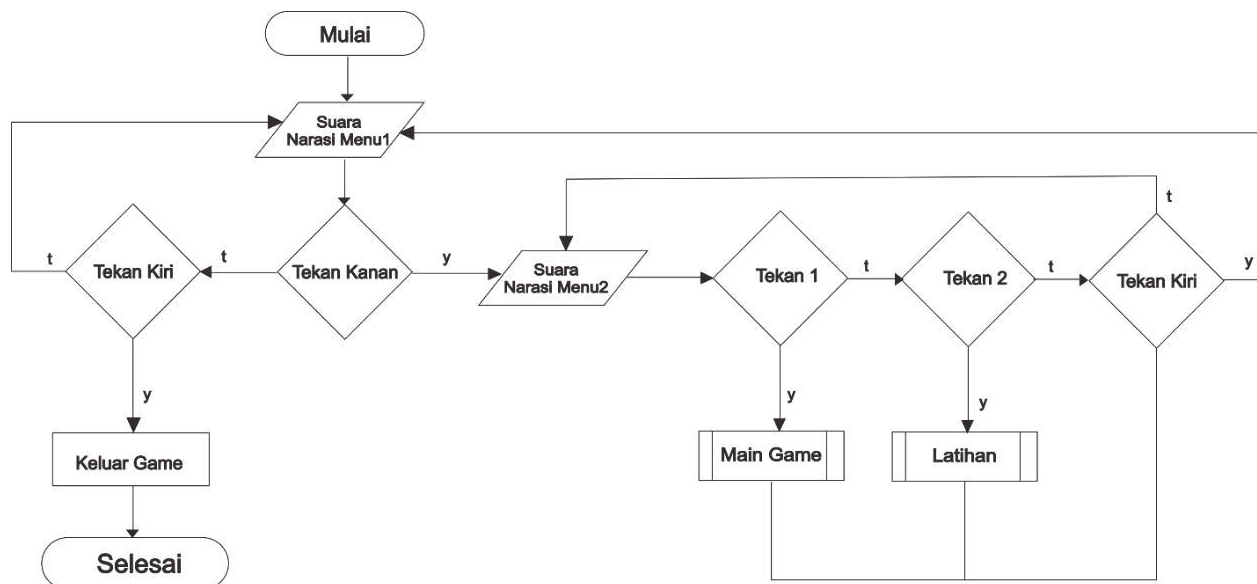
Membuat delay (nilai);
}
}

```

Gambar 3.5 Notasi Algoritma Pemrograman Pada Arduino

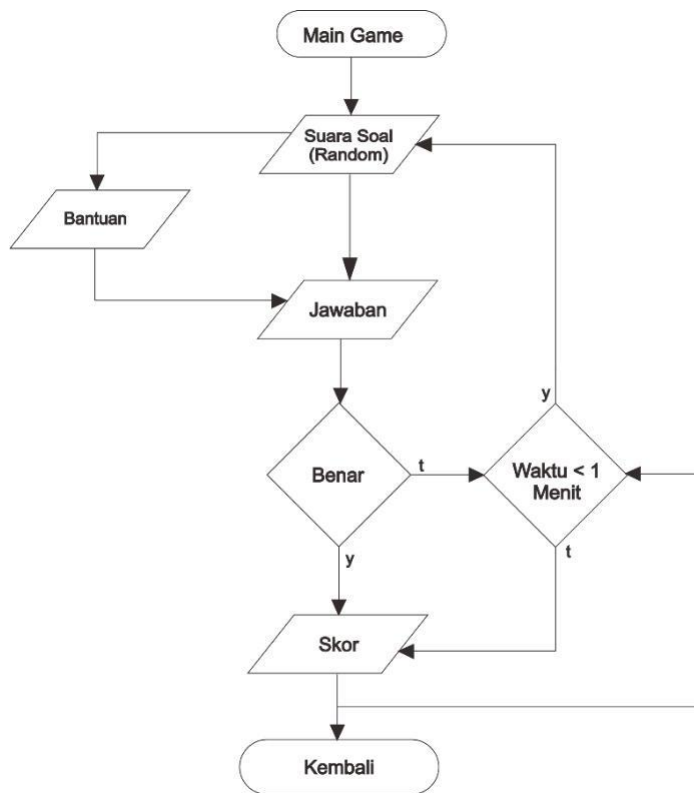
3.4.2 Perancangan Alur Navigasi

Perancangan alur navigasi dibuat dengan menggunakan *flowchart*. *Flowchart* merupakan bagan-bagan yang mempunyai arus yang menggambarkan langkah-langkah penyelesaian dalam suatu masalah. *Flowchart* merupakan cara penyajian dari sebuah representasi algoritma (Andika, 2017). Di bawah ini merupakan *flowchart* perancangan alur navigasi menu utama dapat dilihat dari Gambar 3.6 *Flowchart* Alur Navigasi Menu Utama.



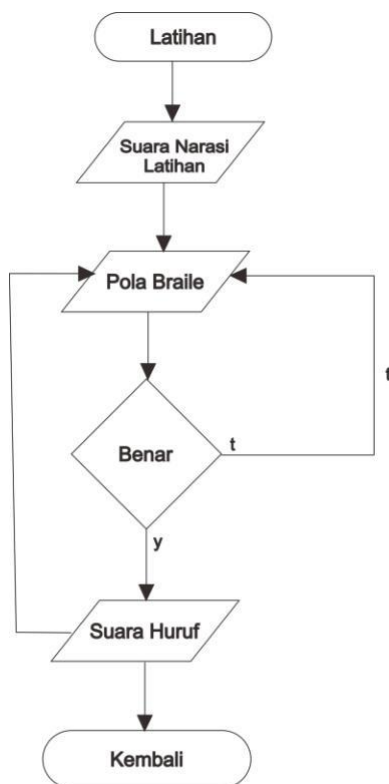
Gambar 3.6 *Flowchart* Alur Navigasi Menu Utama

Berdasarkan Gambar 3.6 di atas menjelaskan bahwa yang pertama dalam *flowchart* alur navigasi menu utama yaitu memunculkan suara narasi menu 1 yang berisi sebuah pilihan. Dalam hal ini pemain akan memilih, jika tombol kanan dalam gim ditekan maka akan masuk ke menu selanjutnya dan memutar suara narasi menu 2. Jika pemain menekan tombol kiri dalam gim maka akan keluar dari gim. Selanjutnya dalam suara narasi menu 2 terdapat pilihan seperti : tekan tombol 1 untuk main gim, tombol 2 untuk latihan, tekan tombol kiri untuk kembali ke menu utama.



Gambar 3.7 *Flowchart* Alur Navigasi Menu Main *Game*

Pada Gambar 3.7 flowchart alur navigasi menu main *game* yaitu memunculkan suara soal berupa huruf alfabet secara acak, pemain akan memasukan jawaban pola huruf Braille sesuai dengan huruf alfabet yang ada pada soal. Pemain dapat menekan tombol bantuan atau tombol kanan pada gim jika pemain tidak mengetahui pola huruf Braille dari soal yang diberikan. Selanjutnya jika jawaban benar maka akan mendapat skor dan waktu permainan kurang dari 1 menit maka akan melanjutkan ke soal berikutnya, jika jawaban salah maka akan langsung ke soal selanjutnya dan jika waktu permainan habis maka akan memunculkan skor akhir permainan.



Gambar 3.8 Flowchart Alur Navigasi Menu Latihan

Pada Gambar 3.7 flowchart alur navigasi menu latihan yaitu memunculkan suara narasi latihan untuk memberikan tanda bahwa pemain telah masuk ke menu latihan. Pemain bebas untuk memasukan pola huruf Braille sesuai keinginan, untuk memunculkan efek suara huruf alfabet berdasarkan huruf Braille yang diinputkan dengan menekan tombol kanan pada gim.

Di bawah ini merupakan penjelasan isi dari suara narasi yang ada pada gim dapat dilihat pada tabel 3.2 keterangan *flowchart*.

Tabel 3.2 Keterangan *Flowchart*

No	Suara	Kalimat
1	Suara narasi menu1	Tekan tombol “kanan” untuk memulai permainan atau tekan tombol “kiri” untuk keluar
2	Suara narasi menu2	Tekan tombol “1” untuk main game atau tekan tombol “2” untuk latihan atau tekan tombol “kiri” untuk kembali

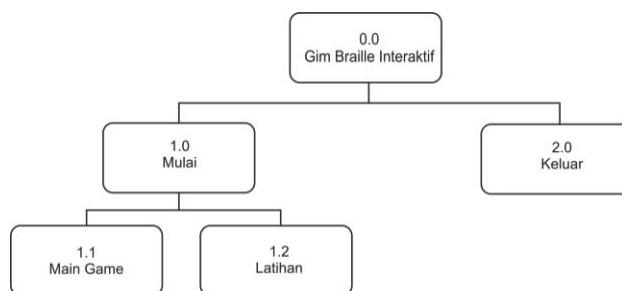
No	Suara	Kalimat
3	Suara soal	Narasi soal yang terdiri dari huruf alfabet A sampai Z dan diputar secara acak
4	Suara narasi latihan	Selamat datang di menu latihan
5	Suara huruf	Huruf alfabet dari A sampai Z sesuai dengan pola yang dimasukkan

3.4.3 Perancangan HIPO

HIPO (*Hierarchy Input Process Output*) adalah pengembangan dari metodologi yang didukung oleh IBM (*International Business Machines*) sebagai alat dokumentasi program yang berbasis pada fungsi, yaitu tiap-tiap modul di dalam sistem digambarkan oleh fungsi utamanya (Kusbianto, 2010). Menurut Jogiyanto (2005) HIPO (*Hierarchy plus Input-Process-Output*) adalah alat desain dan teknik dokumentasi dalam siklus pengembangan sistem. Fungsi dalam HIPO digambarkan dalam 3 tingkatan yaitu :

1. *Visual Table of Contents* (VTOC)

Visual Table of Contents (VTOC) adalah suatu bentuk gambaran fungsi yang berisi tentang penjelasan secara singkat dari gim yang akan dibuat. Digambarkan dari satu diagram hierarki atau lebih, berikut VTOC dari aplikasi gim yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.4 di bawah ini.



Gambar 3.4 Diagram *Visual Table of Contents* (VTOC)

Berikut ini merupakan penjelasan skenario dari diagram VTOC pada gim Braille interaktif ini :

a) Gim Braille Interaktif 0.0

Di dalam proses gim Braille interaktif terdapat halaman menu utama dari gim yang mempunyai beberapa tombol menu diantaranya tombol menu Mulai, Keluar yang berfungsi untuk melakukan aksi untuk halaman menu selanjutnya.

b) Mulai 1.0

Proses mulai ini menampilkan halaman yang nantinya memiliki pilihan menu untuk memulai permainan atau akan memilih menu latihan yang ada pada gim Braille interaktif ini.

c) Keluar 2.0

Sebuah proses menu untuk menghentikan permainan dari gim Braille interaktif.

d) Main Game 1.1

Proses main game menampilkan halaman utama permainan yang berisi soal serta tombol-tombol yang dibutuhkan untuk menjawab dalam permainan gim Braille interaktif ini.

e) Latihan 1.2

Proses latihan menampilkan halaman permainan yang berisi tombol yang dapat bebas dioperasikan sehingga membentuk pola huruf Braille tanpa adanya soal yang harus dijawab di dalam menu ini bertujuan untuk mempermudah dalam belajar gim ini.

2. Overview Diagram

Overview Diagram berfungsi untuk menjelaskan fungsi tiap modul yang berada pada diagram VTOC berupa penjelasan singkat pada halaman dan proses input – output yang ada.

Tabel 3.3 Overview Diagram

Modul	Halaman	Input	Proses	Output
Braille interaktif	Halaman Menu Utama	Halaman terbuka	Memutar suara “Suara narasi menu1”	Suara narasi menu1 terputar
		Tekan tombol “Y” untuk mulai atau di dalam	Memanggil halaman mulai	Menampilkan halaman Menu Permainan

Modul	Halaman	Input	Proses	Output
		gim disebut tombol kanan	Memutar suara “pilih permainan”	Suara pilih permainan terputar
		Tekan tombol “X” untuk keluar atau di dalam gim disebut tombol kiri	Proses “keluar”	Keluar GIM
Mulai	Halaman Pilih Permainan	Halaman terbuka	Memutar suara “Pilih permainan”	Suara pilih permainan terputar
		Tekan tombol “1” untuk main game	Memanggil halaman mulai game	Menampilkan tampilan utama permainan
			Memutar suara “main game”	Suara main game terputar
		Tekan tombol “2” untuk latihan	Memanggil halaman latihan	Menampilkan tampilan menu latihan
			Memutar suara “latihan”	Suara latihan terputar
Main Game	Halaman Utama Permainan	Halaman terbuka	Memutar suara “soal”	Suara soal terputar
		Tekan tombol yang terdiri dari 6-titik sehingga membentuk pola huruf Braille	Memeriksa jawaban berupa kumpulan titik Braille dengan soal yang ada	Konfirmasi jawaban dan menimbulkan efek suara

Modul	Halaman	Input	Proses	Output
		sesuai soal yang ada	Memutar <i>notif</i> “benar”	Suara <i>notif</i> “benar” terputar
			Memutar <i>notif</i> “salah”	Suara <i>notif</i> “salah” terputar
Latihan	Halaman Utama Permainan Latihan	Halaman terbuka	Memutar suara “latihan”	Suara latihan terputar
		Tekan tombol yang terdiri dari 6-titik sehingga membentuk pola huruf Braille	Memeriksa pola berupa kumpulan titik Braille	Menimbulkan efek suara untuk membacanya
			Memutar suara “huruf”	Suara huruf terputar
Keluar			Proses keluar	Keluar GIM

3. Detail Diagram

Selain *overview* diagram terdapat detail diagram yang menjelaskan apa saja yang harus dilakukan oleh programmer. Dan bahasa yang digunakan untuk di bagian prosesnya biasanya berupa kode perintah.

Tabel 3.4 Detail Diagram

Modul	Halaman	Input	Proses	Output
Braille Interaktif	Halaman Menu	Halaman terbuka	Memutar suara “narator menu utama.mp3”	Suara narator menu utama.mp3 terputar
		Tekan tombol mulai “Y” atau di	Berpindah scene pilih permainan	Menampilkan scene “pilih permainan”

Modul	Halaman	Input	Proses	Output
		dalam gim tombol kanan	Memutar suara “narator menu pilih permainan.mp3”	Suara narator menu pilih permainan.mp3 terputar
		Tekan tombol Keluar “X” atau di dalam gim tombol kiri	Proses “keluar”	Keluar GIM
Mulai	Halaman Pilih Permainan	Halaman terbuka	Memutar suara “narator menu pilih permainan.mp3”	Suara narator menu pilih permainan.mp3 terputar
		Tekan tombol “1” untuk main game	Berpindah scene “MenuSoal”	Menampilkan scene “MenuSoal”
			Memutar suara “A.mp3 – Z.mp3”	Suara A.mp3 – Z.mp3 terputar
		Tekan tombol “2” untuk latihan	Memanggil scene “menu_latihan”	Menampilkan scene “menu_latihan”
		Tekan tombol “x” untuk kembali	Berpindah scene “menu”	Menampilkan scene “menu”
			Memutar suara “narator menu utama.mp3”	Suara narator menu utama.mp3 terputar
	Halaman MenuSoal	Halaman terbuka	Memutar suara “A.mp3 – Z.mp3”	Suara A.mp3 – Z.mp3 terputar
		Tekan tombol yang terdiri dari 6-titik sehingga membentuk pola huruf Braille	Memutar suara <i>notif</i> benar “Menu1A.mp3”	Suara <i>notif</i> benar “Menu1A.mp3” terputar
			Memutar suara <i>notif</i> salah “Salah.mp3”	Suara <i>notif</i> salah “Salah.mp3” terputar

Modul	Halaman	Input	Proses	Output
		untuk menjawab soal yang ada	Memutar suara “FinalBattleAction.mp3”	Suara FinalBattleAction.mp3 terputar
			Memutar suara “narator end game.mp3”	Suara narator end game.mp3 terputar
		Tekan tombol “y”	Berpindah ke scene “MenuSoal”	Menampilkan scene “MenuSoal”
		Tekan tombol “x” untuk kembali	Berpindah scene “menu”	Menampilkan scene “menu”
			Memutar suara “narator menu utama.mp3”	Suara narator menu utama.mp3 terputar
		Tekan tombol “x” untuk kembali	Berpindah scene “menu”	Menampilkan scene “menu”
	Memutar suara “narator menu utama.mp3”		Suara narator menu utama.mp3 terputar	
	Halaman Utama Latihan	Halaman terbuka	Memutar suara “narator di menu latihan.mp3”	Suara narator di menu latihan.mp3 terputar
		Tekan tombol yang terdiri dari 6-titik sehingga membentuk pola huruf Braille lalu tekan tombol “y”	Memutar suara “A.mp3 – Z.mp3”	Suara A.mp3 – Z.mp3 terputar
		Tekan tombol “x” untuk kembali	Berpindah scene “menu”	Menampilkan scene “menu”

Modul	Halaman	Input	Proses	Output
			Memutar suara “narator menu utama.mp3”	Suara narator menu utama.mp3 terputar

3.4.4 Perancangan *Storyboard*

Perancangan *Storyboard* meliputi gambaran umum dari sebuah desain gim yang akan dibuat. *Storyboard* game meliputi penjelasan skenario gim yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

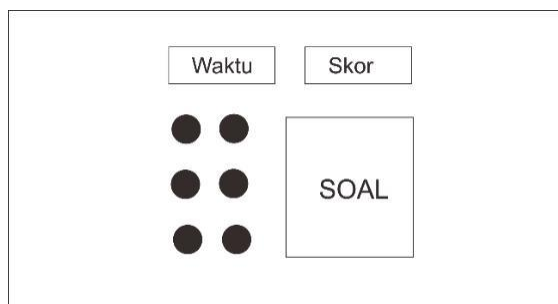


Gambar 3.10 *Storyboard Scene 1*



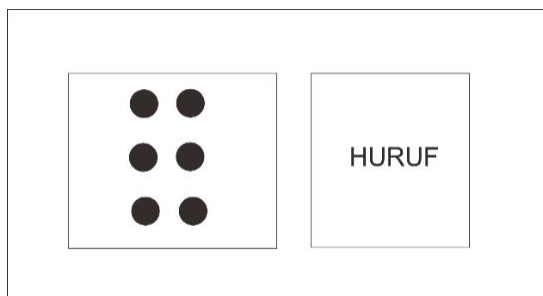
Gambar 3.11 *Storyboard Scene 2*

Pada Gambar 3.10 berisi tentang tampilan yang digunakan sebagai pilihan menu baik dari menu utama dan menu pilih permainan. Di dalam menu utama mempunyai judul untuk nama dari gim tersebut dan memiliki suara narasi instruksi untuk memulai atau keluar sebagai pilihan pemain untuk melanjutkan gim atau keluar. Di dalam Gambar 3.11 terdapat menu pilih permainan yang mempunyai suara narasi instruksi sebagai pilihan pengguna untuk menentukan permainan dalam memainkan game ini dengan menggunakan alat interaksi khusus.



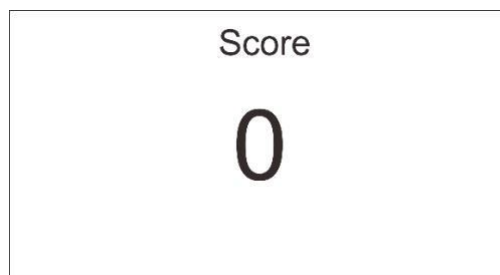
Gambar 3.12 *Storyboard Scene 3*

Pada Gambar 3.12 *scene* ini terdapat soal berupa huruf alfabet secara acak yang nantinya siswa akan menjawab dengan memasukan pola huruf Braille sesuai dengan huruf alfabet tersebut. Jika pola yang dimasukan benar maka akan menimbulkan efek suara dan mendapatkan skor, begitu juga jika pola yang dimasukan salah, akan tetapi tidak mendapatkan skor. Jika siswa sudah tidak bisa untuk menjawab maka siswa bisa menekan tombol bantuan yang ada, maka akan menghasilkan efek suara berupa bocoran titik-titik apa saja yang harus ditekan sesuai dengan huruf yang ada dalam soal dengan kehilangan beberapa waktu.



Gambar 3.13 *Storyboard Scene 4*

Pada Gambar 3.13 *scene* ini menjelaskan tentang menu latihan yang ada pada gim. Pemain dapat bebas membentuk pola huruf Braille dan kemudian dapat ditekan dengan tombol kanan dalam gim pada alat interaksi khusus. Jika pola yang dimasukan benar maka akan timbul suara huruf yang sesuai dengan pola, jika pola yang dimasukan salah maka tidak akan menimbulkan efek suara.



Gambar 3.14 *Storyboard Scene 5*

Pada Gambar 3.14 menjelaskan *scene* yang berisikan tampilan skor akhir permainan, skor ini ditampilkan setelah permainan selesai dan pemain menjawab soal yang diberikan.

3.4.5 Perancangan Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode *blackbox testing*. Menurut Rex Black, *black box testing* merupakan suatu metode pengujian dimana tester hanya fokus pada apa yang seharusnya dilakukan oleh sistem (Black, 2009). Sebuah tes dapat dikatakan berhasil ketika sebuah sistem dapat memproses data dan hasil yang ada sesuai dengan apa yang diharapkan. Sedangkan menurut (Rosa & Salahuddin, 2015) *Blackbox testing* yaitu menguji perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Pengujian *blackbox* ini akan diberikan dengan menggunakan metode wawancara dengan cara memberikan pertanyaan berupa kuesioner dengan jawaban “Ya” atau “Tidak” kepada pengguna sistem untuk menilai sejauh mana sistem dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Pertanyaan yang diberikan terdiri dari beberapa aspek seperti :

- Motivasi
Aspek motivasi bertujuan untuk menilai seberapa besar gim Braille interakti ini dapat meningkatkan motivasi belajar dan respon terhadap gim Braille interaktif.
- Penggunaan
Aspek penggunaan bertujuan untuk mengukur seberapa mudah gim Braille interaktif ini dimainkan oleh pengguna.
- Pembelajaran
Aspek pembelajaran bertujuan untuk mengukur seberapa pengaruhnya gim Braille interaktif sebagai media belajar huruf Braille bagi siswa tunanetra.

Berikut merupakan pertanyaan-pertanyaan yang akan diberikan pada tabel 3.5 tabel pertanyaan pengujian di bawah ini.

Tabel 3.5 Tabel Pertanyaan Pengujian

Aspek	Pertanyaan
Motivasi	Apakah anda ingin memainkan gim Braille interaktif lagi?
Motivasi	Apakah anda merasa tertantang dalam memainkan gim Braille interaktif?
Motivasi	Apakah anda sangat ingin untuk mendapatkan skor tertinggi?
Motivasi	Apakah anda merasa senang dalam memainkan gim Braille interaktif?
Penggunaan	Apakah gim Braille interaktif tidak membosankan saat dimainkan?
Penggunaan	Apakah gim Braille interaktif mudah dimengerti saat dimainkan?
Penggunaan	Apakah bahasa gim Braille interaktif jelas dan mudah untuk dipahami?
Penggunaan	Apakah anda dapat memainkan gim Braille interaktif sendiri tanpa bantuan orang lain?
Penggunaan	Apakah alat interaksi mudah untuk dipegang?
Penggunaan	Apakah tombol-tombol pada alat interaksi mudah untuk ditekan?
Penggunaan	Apakah tombol-tombol pada alat interaksi mudah untuk dimengerti?
Pembelajaran	Apakah anda dapat memahami pola huruf Braille?
Pembelajaran	Apakah anda dapat mengingat pola huruf Braille setelah memainkan gim Braille interaktif?
Pembelajaran	Apakah anda mendapatkan huruf baru yang belum diajarkan di sekolah dan dapat menjawabnya di dalam gim Braille interaktif?
Kritik & Saran	Bagaimana menurut anda tentang gim Braille interaktif ini?

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 *Development* (Pengembangan)

Development atau dalam bahasa Indonesia sering diartikan dengan pengembangan, merupakan penerapan dari desain gim yang telah dibuat sebelumnya. Tahap *development* melakukan pengembangan pada desain sebelumnya supaya menjadi nyata dan dapat digunakan. Dalam proses pengembangannya menggunakan bahasa pemrograman.

4.1.1 *Batasan Development*

Dalam pengembangan Gim Braille Interaktif ini terdapat beberapa hal yang menjadi batasan *development* yaitu :

1. Gim berbasis Desktop.
2. Gim hanya dapat dimainkan *Single Player*.
3. Gim diperuntukan untuk kelas 1-3 SLB khusus tunanetra.
4. Gim dikembangkan menggunakan Unity 3D dan menggunakan bahasa pemrograman C#.

4.1.2 *Development Perangkat Lunak*

Dalam pengembangan gim Braille Interaktif dibutuhkan beberapa perangkat lunak seperti :

1. Voice Recorder dan Narator Voice Note.
2. Unity 3D.
3. Arduino IDE.

4.1.3 *Development Perangkat Keras*

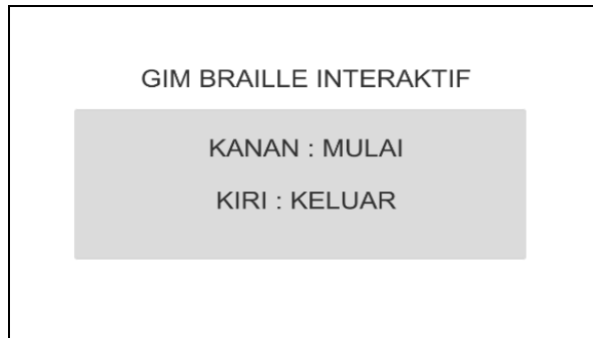
Dalam pengembangan gim Braille interaktif dibutuhkan perangkat keras seperti laptop dengan sistem operasi microsoft windows 10, dan terdapat pengembangan dengan menggunakan alat interaksi khusus dengan menggunakan Arduino Leonardo untuk memainkan gim Braille interaktif.

4.1.4 Tahap Pembuatan Gim

Dalam tahap pembuatan gim Braille ini meliputi pembuatan menu utama sebagai halaman pertama pada gim. Tahap selanjutnya pembuatan menu pilih permainan sebagai pilihan pemain untuk menu bermain. Tahap selanjutnya pembuatan menu permainan sebagai tampilan untuk bermain. Tahap selanjutnya menu latihan, pada menu ini pemain bebas untuk menekan pola huruf Braille sehingga menjadi huruf alfabet.

1. Halaman Menu Utama

Pembuatan menu utama pada gim Braille interaktif mempunyai beberapa komponen seperti background, judul permainan, panel yang berisi keterangan tombol perintah dalam menu utama yaitu tombol kanan atau tombol y pada alat interaksi untuk memulai gim atau tombol kiri tombol x pada alat interaksi untuk keluar gim. Instruksi dibacakan oleh narator voice untuk membantu pemain dalam memainkan gim Braille interaktif. Dalam proses pembuatannya terdapat *source code* untuk menjalankan narator voice dan melakukan aksi *input-output* gim. Berikut gambar menu utama pada gim dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Halaman Menu Utama Gim

2. Halaman Menu Pilih Permainan

Pembuatan menu pilih permainan memiliki komponen yang hampir sama pada menu sebelumnya, akan tetapi yang menjadi pembeda yaitu pada panel berisikan pilihan menu berupa mulai permainan, latihan dan kembali ke menu sebelumnya. Berikut gambar menu pilih permainan pada gim dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.2 Halaman Menu Pilih Permainan

3. Halaman Menu Permainan

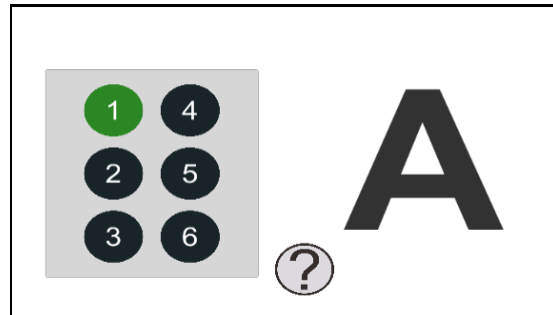
Pembuatan menu permainan meliputi pembuatan tombol yang digunakan untuk permainan dan memiliki soal yaitu seputar 26 huruf alfabet yang diberikan secara acak dan harus dijawab oleh user dengan menekan pola huruf Braille dari huruf alfabet tersebut. Dalam proses menjawab soal terdapat kunci jawaban yang berfungsi untuk memeriksa jawaban yang dimasukan oleh user sehingga menghasilkan jawaban benar atau salah. Jika jawaban benar maka akan mendapatkan score, jika jawaban salah maka soal akan kembali diberikan. Untuk menjawab soal akan ada batasan waktu yang diberikan kepada user untuk menjawab soal tersebut. Berikut gambar halaman menu permainan pada gim dapat dilihat pada Gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4.3 Halaman Menu Permainan

4. Halaman Menu Latihan

Pembuatan menu latihan meliputi pembuatan tombol yang digunakan untuk permainan yang digunakan oleh pemain sebagai media untuk membuat pola huruf Braille secara bebas yang dapat merepresentasikan huruf alfabet. Berikut gambar halaman menu latihan pada gim dapat dilihat pada Gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.4 Halaman Menu Latihan

5. Halaman Skor

Pada halaman skor ini dibuat untuk menampilkan dan memberikan informasi kepada pemain berapa skor yang didapatkan dalam memainkan gim. Halaman skor muncul pada saat permainan sudah selesai dan menampilkan skor sesuai dengan jawaban yang benar. Berikut gambar halaman skor pada gim dapat dilihat pada Gambar 4.5 di bawah ini.



Gambar 4.5 Halaman Skor

4.1.5 Tahap Pembuatan Alat Interaksi Khusus

Pembuatan alat interaksi khusus mempunyai beberapa tahap pengerjaan diantaranya :

1. Memasukan Push Button ke dalam Box Case

Dalam memasukan push button dibutuhkan bor untuk melubangi box sesuai dengan diameter dari push button tersebut. Sehingga dapat menghasilkan seperti pada Gambar 4.6 di bawah ini.



Gambar 4.6 Box dan Push Button

2. Menyambungkan Push Button dengan Jump Wires atau kabel

Dalam proses menyambungkan dibutuhkan alat solder dan timah. Untuk kabel yang mengarah ke gnd atau ground di dalam arduino antara button 1 dengan button yang lainnya disambungkan menjadi 1 rangkaian sedangkan untuk kabel yang mengarah ke pin di dalam arduino kombinasi antara button 1 dengan button yang lainnya memiliki nomor pin yang berbeda seperti Gambar 4.7 di bawah ini.



Gambar 4.7 Rangkaian Push Button, Jump Wires dan Leonardo

3. Memasukan Kode Program pada Arduino Leonardo

Dalam proses ini membutuhkan software Arduino IDE untuk menuliskan kode program sesuai dengan kebutuhan pin di dalam arduino leonardo agar button yang telah dibuat dapat digunakan. Di bawah ini merupakan kode program yang dipakai di dalam arduino IDE untuk pembuatan alat interaksi.

```
#include <Keyboard.h>

bool siap = true;

void setup() {
```

```
pinMode(13, OUTPUT);
Keyboard.begin();

pinMode(A0, INPUT);
digitalWrite(A0, 1);
pinMode(7, INPUT); //tombolY
digitalWrite(7, 1);
pinMode(6, INPUT); //tombolX
digitalWrite(6, 1);
pinMode(3, INPUT); //sel 1
digitalWrite(3, 1);
pinMode(4, INPUT); //sel2
digitalWrite(4, 1);
pinMode(5, INPUT); //sel3
digitalWrite(5, 1);
pinMode(8, INPUT); //sel4
digitalWrite(8, 1);
pinMode(9, INPUT); //sel5
digitalWrite(9, 1);
pinMode(10, INPUT); //sel6
digitalWrite(10, 1);

}

void loop() {
  if(digitalRead(A0) == 0){
    digitalWrite(13, 1);

    if(digitalRead(7) == 0){
      if(siap){
        Keyboard.write('Y');
      }
    }
  }
}
```

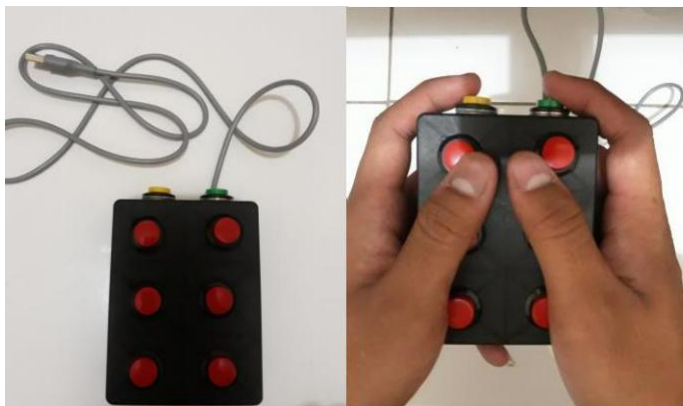
```
    }
    siap = false;
}
else if(digitalRead(6) == 0){
    if(siap){
        Keyboard.write('X');
    }
    siap = false;
}
else if(digitalRead(3) == 0){
    if(siap){
        Keyboard.write('1');
    }
    siap = false;
}
else if(digitalRead(4) == 0){
    if(siap){
        Keyboard.write('2');
    }
    siap = false;
}
else if(digitalRead(5) == 0){
    if(siap){
        Keyboard.write('3');
    }
    siap = false;
}
else if(digitalRead(8) == 0){
    if(siap){
        Keyboard.write('4');
    }
    siap = false;
}
```

```
    }  
    else if(digitalRead(9) == 0){  
        if(siap){  
            Keyboard.write('5');  
        }  
        siap = false;  
    }  
    else if(digitalRead(10) == 0){  
        if(siap){  
            Keyboard.write('6');  
        }  
        siap = false;  
    }  
    else{  
        siap = true;  
    }  
    delay(50);  
}  
else{  
    digitalWrite(13, 0);  
}  
}
```

Gambar 4.8 Kode Program Pada Arduino Leonardo

4. Tahap Pengujian Alat Interaksi

Tahap ini merupakan tahap akhir dari pembuatan alat interaksi yaitu pengujian untuk melihat apakah fungsi dari semua tombol bisa digunakan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan. Hal ini dilakukan supaya nantinya alat interaksi dapat digunakan dengan nyaman tanpa adanya masalah yang muncul dan dapat membantu proses dalam memainkan gim Braille interaktif. Berikut merupakan bentuk akhir dari alat interaksi yang telah dibuat dapat dilihat dari Gambar 4.9 di bawah ini.



Gambar 4.9 Hasil Akhir Alat Interaksi

4.2 *Implementation (Implementasi)*

Implementasi adalah suatu tindakan atau pelaksanaan dari sebuah rancangan gim yang sudah dibuat secara terperinci sesuai dengan rancangan atau desain sebelumnya. Tahap implementasi pada penelitian ini digunakan sebagai bahan pengujian untuk mengukur kegunaan gim sesuai dengan kebutuhan. Tujuan utama dari pengujian ini antara lain :

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh gim dapat memotivasi siswa dalam belajar huruf Braille.
2. Untuk mengetahui apakah gim dan alat yang dibuat dapat digunakan dengan mudah sesuai dengan kebutuhan.
3. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh gim sebagai media pembelajaran huruf Braille bagi siswa tunanetra.

Proses pengujian dilakukan pada hari Jum'at tanggal 6 Maret 2020 di SLB A Yaketunis Yogyakarta. Adapun pengujian diselenggarakan secara 2 sesi, sesi pertama jam 08.30 - 10.00 pengujian dilakukan terhadap 3 guru pengajar huruf Braille yaitu : Bapak. Ahmad, Bapak. Dwi Nugroho dan Ibu Ambar. Sesi ke 2 mulai jam 10.00-11.30 pengujian dilakukan kepada 5 siswa yang terdiri dari kelas 1 dan 4 yaitu : Shifa, Amel, Reo, Adit, Ganang. Dalam pelaksanaannya, pengujian dilakukan dengan beberapa tahap, antara lain :

1. Menjelaskan tujuan dari gim Braille interaktif dengan cara presentasi kepada guru.
2. Menjelaskan menu apa saja yang ada dalam gim Braille interaktif dengan cara presentasi kepada guru dan siswa.

3. Menjelaskan bagaimana aturan dan tata cara bermain dalam gim Braille interaktif kepada guru dan siswa. Di bawah ini merupakan gambar dokumentasi dalam proses menjelaskan aturan dalam gim seperti Gambar 4.10 proses menjelaskan mengenai gim.



Gambar 4.10 Proses Menjelaskan Mengenai Gim.

4. Memperkenalkan alat interaksi yang digunakan kepada guru dan siswa secara bergantian agar siswa dapat memegang dan merasakan alat interaksi untuk membantu dalam menghafal tata letak dari tombol yang ada. Di bawah ini merupakan gambar dokumentasi dalam proses menjelaskan, dapat dilihat pada Gambar 4.11 pengenalan alat interaksi.



Gambar 4.11 Proses Pengenalan Alat Interaksi

5. Menjelaskan fungsi tombol yang ada di dalam alat interaksi kepada guru dan siswa, memberikan kesempatan kepada guru dan siswa untuk memegang dan merasakan alat interaksi khusus yang dibuat. Berikut merupakan gambar dokumentasi dalam proses menjelaskan fungsi tombol dapat dilihat pada Gambar 4.12 di bawah ini.



Gambar 4.12 Proses Penjelasan Fungsi Tombol

6. Memberikan contoh tata cara bermain gim Braille interaktif dengan menggunakan alat interaksi yang ada.
7. Memberikan kesempatan secara bergantian kepada guru dan siswa untuk mencoba memainkan gim Braille interaktif dengan menggunakan alat interaksi yang ada. Di bawah ini merupakan gambar dari proses uji coba kepada guru dan siswa dapat dilihat dari Gambar 4.13 proses uji coba kepada guru dan Gambar 4.14 proses uji coba kepada siswa.



Gambar 4.13 Proses Uji Coba Kepada Guru



Gambar 4.14 Proses Uji Coba Kepada Siswa

8. Melakukan wawancara terhadap guru dan siswa mengenai gim Braille interaktif. Berikut merupakan gambar dokumentasi dari proses wawancara dapat dilihat dari Gambar 4.15 di bawah ini.



Gambar 4.15 Proses Wawancara Siswa

Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan beberapa tahapan, pengujian mendapatkan beberapa hasil yang dapat menggambarkan tentang bagaimana gim Braille interaksi ini bekerja. Hasil pengujian juga mendapatkan beberapa kritik dan saran dari para guru dan siswa yang nantinya akan dijadikan sebagai bahan untuk tahap evaluasi.

4.3 Evaluation (Evaluasi)

Tahap evaluasi merupakan langkah akhir untuk memberikan penilaian dari beberapa aspek yang telah ditentukan, misalnya : aspek motivasi, aspek penggunaan dan aspek pembelajaran terhadap gim yang telah dikembangkan. Penilaian bertujuan untuk menyempurnakan kekurangan dari gim berdasarkan wawancara yang telah dilakukan mendapatkan kritik dan saran dari para guru dari aspek penggunaan dan siswa dari semua aspek yang ada sehingga gim dapat dimainkan dengan lebih mudah. Berikut merupakan kritik dan saran dengan solusi yang dilakukan.

Menurut para guru gim yang telah dikembangkan sudah sangat interaktif untuk dimainkan dikarenakan penggunaan alat interaksi dan tombol-tombol yang memiliki ukuran yang cukup besar dapat memudahkan untuk memainkan gim Braille interaktif. Akan tetapi pada saat gim berjalan ketika pemain menjawab salah atau benar itu mempunyai suara yang belum cukup benar artinya pemain masih bingung ketika menjawab soal yang diberikan pada gim. Untuk permasalahan ini solusi yang diberikan adalah dengan mengganti bunyi tombol ketika ditekan benar atau salah itu dibedakan supaya dapat menjadi tanda untuk pemain dalam memainkan gim Braille interaktif.

Saran dari bapak Dwi Nugroho dan Ibu Ambar dari segi penggunaan tombol x dan y untuk pemilihan menu permainan sebaiknya tombol diganti dengan sebutan tombol kanan dan tombol kiri agar dalam penerapan terhadap siswa dapat lebih mudah untuk dimengerti. Dalam permasalahan ini gim telah diperbaiki dengan cara mengganti perintah tombol x dan y dengan tombol kiri dan kanan. Bapak Dwi Nugroho kembali menyarankan jika suara yang ada pada gim itu kurang keras, hal ini dapat diatasi dengan menggunakan spiker dalam memainkan gim agar suara yang dikeluarkan dapat lebih keras. Saran dari bapak Ahmad yaitu narator pada laptop untuk gim Braille interaktif ini dihidupkan agar guru yang mengajar huruf Braille nantinya dapat membuka sendiri gim Braille interaktif sebagai media pembelajaran bagi siswa.

Menurut para siswa gim yang telah dikembangkan dapat memotivasi siswa dan dapat digunakan sebagai media pembelajaran siswa dalam belajar huruf Braille dan tidak membosankan saat dimainkan. Siswa merasa terbantu dalam proses mengingat pola huruf Braille dengan bantuan gim siswa mendapatkan pola huruf Braille yang belum diajarkan di sekolah dan dapat menjawab dengan bantuan gim Braille interaktif. Akan tetapi ada siswa yang masih kesulitan dalam memainkan gim Braille interaktif dan belum mengerti fungsi tombol-tombol yang ada di alat interaksi sehingga menyebabkan beberapa siswa belum bisa memainkan gim Braille interaktif sendiri tanpa bantuan orang lain. Hal ini dikarenakan dalam proses pengujian gim dilakukan secara bergantian jadi menyebabkan kurangnya proses adaptasi yang dilakukan siswa terhadap gim. Dan masih ada siswa yang belum memahami pola huruf Braille oleh karena itu diharapkan dengan adanya gim Braille interaktif sebagai media pembelajaran dapat membantu siswa yang masih kesulitan belajar pola huruf Braille

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada akhir dari penelitian ini ditemukan beberapa kesimpulan yang ada yaitu :

1. Dalam pengembangan media pembelajaran yang dibuat dalam bentuk gim menggunakan metode *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation* atau biasa disebut ADDIE dapat mempermudah dalam proses pengembangan sistem. Metode ADDIE terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu :
 1. *Analysis* (Analisis) dari hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan wawancara terhadap guru yang ada di SLB A Yaketunis Yogyakarta didapatkan beberapa informasi mengenai permasalahan dan kebutuhan siswa dalam belajar huruf Braille, seperti : terdapat total jumlah siswa sebanyak 28 siswa dengan perbedaan klasifikasi yang berbeda, terbatasnya media pembelajaran huruf Braille, metode pembelajaran yang belum efektif karena siswa masih sering lupa terhadap pola huruf Braille dan beberapa siswa belum paham huruf Braille.
 2. *Design* (Desain) proses desain menghasilkan rancangan gim dengan menggunakan metode hipo dan storyboard serta menghasilkan desain untuk alat interaksi khusus yang nantinya akan digunakan sebagai media pembelajaran interaktif sesuai dengan kebutuhan yang ada dari hasil proses analisis.
 3. *Development* (Pengembangan) tahap ini melakukan proses pengembangan dari desain sehingga menghasilkan gim Braille interaktif yang dibuat dengan menggunakan Unity 3d. Tahap ini juga menghasilkan sebuah alat interaksi khusus yang dibuat dengan arduino leonardo yang dapat digunakan untuk membantu dalam bermain gim sehingga menjadikan gim lebih interaktif.
 4. *Implementation* (Implementasi) tahap ini melakukan proses penerapan gim dan alat interaksi khusus yang sudah dikembangkan kepada guru dan beberapa siswa tunanetra di SLB A Yaketunis Yogyakarta.
 5. *Evaluation* (Evaluasi) tahap ini merupakan evaluasi dari hasil penerapan yang dilakukan di SLB A Yaketunis Yogyakarta.

2. Dalam proses penerapan media pembelajaran yang dikembangkan dalam bentuk gim di SLB A Yaketunis mendapatkan hasil yang baik hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian terhadap guru dalam aspek penggunaan, gim dapat menjadi media pembelajaran huruf Braille dan dapat dimainkan dan dengan baik menggunakan bantuan alat interaksi khusus yang mempunyai ukuran yang cukup nyaman untuk dipegang serta mempunyai tombol yang nyaman untuk ditekan. Hasil pengujian terhadap siswa juga mendapatkan respon yang positif dikarenakan siswa menjadi sangat senang dan antusias, merasa termotivasi, mendapatkan metode baru dalam pembelajaran huruf Braille disekolah meskipun beberapa siswa masih perlu beradaptasi.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini tentunya terdapat banyak kekurangan yang ada, oleh karena itu dibutuhkan beberapa saran untuk menjadikan penelitian ini menjadi lebih baik lagi. Adapun saran untuk penelitian ini dalam pengembangan media pembelajaran interaktif dalam bentuk gim adalah sebagai berikut :

1. Gim Braille interaktif dapat di buat menjadi multiplayer.
2. Gim dapat dikembangkan menjadi gim berbasis android.
3. Gim dapat dikembangkan berdasarkan level dari pengguna.
4. Gim dapat dikembangkan menjadi 1 perangkat di dalam alat interaksi khusus supaya dapat mempermudah dalam memainkan gim.
5. Alat interaksi khusus dapat dikembangkan menggunakan teknologi nirkabel atau *wireless*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Beny. 2014. Media Pembelajaran Huruf Latin dan Hijaiyah Braille Untuk Siswa Tunanetra di SLB A Yaketunis Yogyakarta. Skripsi.
- Allen, K.E., 1980. Mainstreaming in early childhood education. Delmar Pub.
- AMERICA, B.A.O.N., 1994. English braille American edition. *Louisville, KY: American Printing House for the Blind.*
- Andika, D. and Anwar, M.C., 2017, November. Rancang Bangun Aplikasi Android Pengendalian Smarthome Menggunakan Perintah Suara. In Prosiding SEHATI (Seminar Nasional Humaniora dan Aplikasi Teknologi Informasi) (Vol. 3, No. 1, pp. 48-51).
- A.S., Rosa dan Shalahuddin, M. 2015. Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek. Bandung: Informatika Bandung.
- Black, R., Nash, P. and Young, K., 2009. RISK-BASED TESTING IN ACTION-Risk-based testing allows project teams to focus their limited test efforts on the areas of the product that really matter, based on the likelihood of bugs in those areas and the impact of bugs should they exist. *Software testing & quality engineering*, 11(1), p.22.
- Bourbeau, R., 2001. Braille game board. U.S. Patent 6,267,374.
- Budiarta, I.W., Margi, I.K., Si, M. and Sudarma, I.K., 2014. Pengembangan Multimedia Interaktif Model ADDIE Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Sejarah Siswa Kelas X-1 Semester Genap di SMAN 1 Sukasada, Buleleng, Bali. *Widya Winayata: Jurnal Pendidikan Sejarah*, 2(1).
- Dick and Carey. 1996. *The Sistematic Design of Instruction*. Fourth Edition: Harper Collins College Publisher.
- Dewi, G.P.F., 2012. Pengembangan game edukasi pengenalan nama hewan dalam bahasa inggris sebagai media pembelajaran siswa sd berbasis macromedia flash. Skripsi, Program Studi Pendidikan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Djuandi, F., 2011. Pengenalan arduino. E-book. www.tobuku.com, 24.

- Farrell, G., 1956. Children of the silent night: The story of the education of deaf-blind children here and abroad. Perkins School for the Blind.
- Handriyantini, E., Kom, S. and Mt, M., 2009. Permainan edukatif (educational games) berbasis komputer untuk siswa sekolah dasar. Malang: Sekolah Tinggi Informasi & Komputer Indonesia.
- Hatzigiannakoglou, P.D. and Kampouraki, M.T., 2016. An accessible keyboard for android devices as a means for promoting braille literacy. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 10(2), pp.77-78.
- Parekh, H., Shah, S., Patel, F. and Vyas, H., 2016. Gujarati braille text recognition: a review. *Int. J. Comput. Sci. Commun*, 7, pp.19-24.
- Hoshino, Y. and Motoki, A., 2018, July. An Evaluation of the Displaying Method on the Braille Learning System for the Sighted: For Understanding of the Mirror Image Relation. In *International Conference on Computers Helping People with Special Needs* (pp. 117-121). Springer, Cham.
- Irdamurni, I., Sumekar, G. and Nopitasari, M., 2018. Model Pembelajaran Bahasa Inggris Anak Tunanetra Berbasis Permainan Scrabble Braille. *Jurnal Pendidikan Kebutuhan Khusus*, 1(1).
- Izzati, F.D. and Sumarsih, S., 2017. Pengembangan Media Pembelajaran Aplikasi Peta Akuntansi (TAKSI) Berbasis Android pada Materi Siklus Akuntansi Perusahaan Jasa. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 15(2), pp.32-46.
- Jones, M., Tscheligi, M., Rogers, Y. and Murray-Smith, R., 2017. *MobileHCI 2017: Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (Vol. 19). ACM
- Julianto, D. and Sukardiyono, T., 2017. LEARNING MEDIA TRAINER DC, BRUSHLESS, SERVO, AND STEPPER MOTOR WITH ARDUINO UNO MICROCONTROLLER CONTROL ON TECHNIQUE MICROPROCESSOR SUBJECTS AT SMK NEGERI 2 DEPOK YOGYAKARTA. *E-JPTE (Jurnal Elektronik Pendidikan Teknik Elektronika)*, 6(4), pp.62-68.

- Kurniasih, N., Astuti, E.P. and Kurniawan, H., 2016, November. Pengembangan puzzegi (puzzle segi empat) sebagai media pembelajaran matematika pada siswa tuna netra. In *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*.
- Kurniawan, I., 2017. Implementasi Pendidikan Bagi Siswa Tunanetra Di Sekolah Dasar Inklusi. *Edukasi Islami: Jurnal Pendidikan Islam*, 4(08), p.16.
- Kusbianto, D., 2010. Analisis dan Perancangan Sistem Informasi. STMIK Yadika Bangil.
- Lamb, G., 1996. Beginning Braille: A Whole Language-Based Strategy. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 90(3), pp.184-89.
- Mahardhika, G.P., 2015. Digital game based learning dengan model ADDIE untuk pembelajaran doa sehari-hari. *Teknoin*, 22(2).
- Miesenberger, K. and Kouroupetroglou, G. eds., 2018. Computers Helping People with Special Needs: 16th International Conference, ICCHP 2018, Linz, Austria, July 11-13, 2018, Proceedings (Vol. 10896). Springer.
- Novaria, M., 2017. Rancang Bangun Alat Anti Kebisingan Suara Guna Mendukung Etika Berkunjung Ke Rumah Sakit Berbasis Arduino Uno (Doctoral dissertation, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA).
- Prensky, M., 2003. Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), pp.21-21.
- Rudiyati, S., 2010. Pembelajaran Membaca dan Menulis Braille Permulaan pada Anak Tunanetra. *JASSI ANAKKU*, 9(1), pp.57-65.
- Swenson, A. and D'Andrea, F.M., 2002. The braille trail: An activity book. American Foundation for the Blind.
- Thompson, J. M., 1995. U.S. Patent No. 5,466,154. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Whitfield, R.V., Whitfield Rudy V, 1994. Toy building blocks for teaching braille. U.S. Patent 5,275,567.

Wibisono, W. and Yulianto, L., 2012. Perancangan Game Edukasi Untuk Media Pembelajaran Pada Sekolah Menengah Pertama Persatuan Guru Republik Indonesia Gondang Kecamatan Nawangan Kabupaten Pacitan. *Speed-Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi*, 2(2).