TUGAS AKHIR – EB184803

Virtual Reality sebagai Teknologi Rehabilitasi untuk Membantu Perkembangan Kognitif dan Motorik bagi Penyandang Disabilitas Intelektual

Witri Andini
07311640000017

DOSEN PEMBIMBING:
Dr. Achmad Arifin, S.T., M.Eng.
Muhammad Hilman Fatoni, S.T., M.T.

PROGRAM SARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK BIOMEDIK
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

TUGAS AKHIR – EB 184803

VIRTUAL REALITY SEBAGAI TEKNOLOGI REHABILITASI UNTUK MEMBANTU PERKEMBANGAN KOGNITIF DAN MOTORIK BAGI PENYANDANG DISABILITAS INTELEKTUAL

WITRI ANDINI
NRP. 07311640000017

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Achmad Arifin S.T., M.Eng.
Muhammad Hilman Fatoni S.T, M.T.

PROGRAM SARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK BIOMEDIK
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

FINAL PROJECT – EB 184803

VIRTUAL REALITY AS REHABILITATION TECHNOLOGY TO ENHANCE COGNITIVE AND MOTORIC DEVELOPMENT FOR INTELLECTUAL DISABILITY

WITRI ANDINI
NRP. 07311640000017

SUPERVISOR
Dr. Achmad Arifin S.T., M.Eng.
Muhammad Hilman Fatoni S.T, M.T.

UNDERGRADUATE PROGRAM
BIOMEDICAL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF INTELLIGENT ELECTRICAL AND INFORMATICS TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa keseluruhan isi tugas akhir saya yang berjudul "***Virtual Reality* sebagai Teknologi Rehabilitasi untuk Membantu Perkembangan Kognitif dan Motorik bagi Penyandang Disabilitas Intelektual**" merupakan hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya mandiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 23 Juli 2020

METERAI TEMPEL
63620AHF575039472
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Witri Andini
NRP. 07311640000017

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik (S.T.)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh
Witri Andini
NRP. 07311640000017

Tanggal Ujian : 14 Juli 2020
Periode Wisuda : September 2020

Disetujui Oleh :

Dosen Penguji :

1. Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng.
NIP. 196210051990031003

2. Eko Agus Suprayitno, S.Si., M.T.
NIP. 1987202011026

Dosen Pembimbing :

1. Dr. Achmad Arifin, S.T., M.Eng.
NIP. 197103141997021001

2. Muhammad Hilman Fatoni, S.T., M.T.
NIP. 199103252015041001

Kepala Departemen Teknik Biomedik,

Dr. Achmad Arifin, S.T., M.Eng.
NIP. 197103141997021001

Virtual Reality sebagai Teknologi Rehabilitasi untuk Membantu Perkembangan Kognitif dan Motorik bagi Penyandang Disabilitas Intelektual

Nama mahasiswa	:	Witri Andini
NRP	:	07311640000017
Pembimbing	:	1. Dr. Achmad Arifin, S.T., M.Eng.
	:	2. Muhammad Hilman Fatoni, S.T., M.T.

ABSTRAK

Disabilitas intelektual merupakan sebuah kecacatan perkembangan yang ditandai oleh keterbatasan fungsi intelektual dan motorik. Perkembangan kognitif dan motorik individu dengan disabilitas intelektual berkembang lebih lamban jika dibandingkan dengan individu normal. Hal ini membuat mereka kesulitan untuk berpartisipasi dalam kegiatan sehari-hari serta mempunyai risiko yang tinggi untuk mengalami ketergantungan yang besar pada keluarga. *Virtual reality* mampu memberikan pelatihan kegiatan sehari-hari, selain itu juga menawarkan alternatif penyembuhan yang efektif, aman, dan interaktif. Oleh karena itu, sistem rehabilitasi berbasis *game* dengan *virtual reality* diusulkan untuk membantu perkembangan kognitif dan koordinasi motorik bagi disabilitas intelektual. Salah satu perhatian utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem dengan biaya cukup terjangkau, menggunakan perangkat standar dan mudah diakses. Lebih jauh lagi, juga diusulkan untuk memberikan fitur kendali permainan dengan jalan rekognisi *image marker* di bagian tangan untuk memudahkan pengguna menjalani serangkaian proses *game*. Hasil percobaan kepada tiga subjek normal dapat ditinjau dari *mean error* durasi waktu peserta dalam detik, untuk level pertama dari 18,33±1,398 menjadi 16,17±0,435, level kedua 27,67±1,535 menjadi 24,33±0,593, level ketiga dari 16,83±0,925 menjadi 15,67±0,869. Penurunan durasi waktu yang dihabiskan oleh peserta pada tiap level menunjukkan kesalahan yang dibuat semakin sedikit, mengindikasikan efektivitas sistem dalam menunjang perkembangan kognitif dan motorik. Peserta mampu mengalami penurunan penggunaan durasi waktu setelah pembiasaan. Hasil skor yang didapat oleh subjek normal, dapat dijadikan sebagai skor acuan keberhasilan bagi subjek disabilitas intelektual untuk penelitian selanjutnya.

Kata kunci : disabilitas intelektual, *game, marker,* rehabilitasi, *virtual reality.*

Virtual Reality as Rehabilitation Technology to Enhance Cognitive and Motoric Development for Intellectual Disability

Name	:	*Witri Andini*
Student Identity Number	:	*07311640000017*
Supervisor	:	*1. Dr. Achmad Arifin, S.T., M.Eng.*
	:	*2. Muhammad Hilman Fatoni, S.T., M.T.*

ABSTRACT

Intellectual disability is a developmental disability, characterized by limited intellectual functioning and motoric skills. Cognitive and Motoric skills in individuals who suffering intellectual disability are in problems. Thus, it makes difficult for them to participate in daily activities. Virtual Reality and traditional cognitive therapy are able to provide training in daily activities while also offering effective, safe and interactive alternative healing. Therefore, a rehabilitation system based on the Virtual Reality Game is proposed to assist cognitive development and motor coordination for intellectual disability. One of the main concerns of this study is to develop a system with a reasonable cost, using standard and easily accessible devices. Furthermore, it is also proposed to provide a controller feature in the hands with the recognition of Image Marker to make it easier for users to go through a series of gaming processes. The results of experiments on three normal subjects can be observed from mean time error, for the first level from 18.33 ± 1.398 to 16.17 ± 0.435, for the second level from 27.67 ± 1.535 to 24.33 ± 0.593, then the third level from 16 .83 ± 0.925 to 15.67 ± 0.869. There were decreasing in times spent by the participants at each level, means fewer errors were made, indicating the effectiveness of the system to enhance cognitive and motoric development. Participants were able to experience a decrease in the use of time duration after habituation. The results of the scores obtained by normal subjects can be used as a score threshold of success for subjects with intellectual disabilities for further research.

***Keywords** : game, intellectual disability, marker, rehabilitation, virtual reality.*

KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena hanya atas kasih sayang-Nya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar dan dapat selesai tepat pada waktunya. Penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan dari berbagai pihak, maka penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua serta keluarga penulis yang selalu memberi doa dan dukungan penuh dalam hal apapun.
2. Dr. Achmad Arifin, S.T., M.Eng. dan Muhammad Hilman Fatoni, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang senantiasa membimbing, mengarahkan, dan menginspirasi penulis selama pengerjaan penelitian ini.
3. Atar Fuady Babgei, S.T., M.Sc., selaku dosen wali
4. Rekan-rekan Teknik Biomedik angkatan 2016 yang sangat saya sayang.
5. Bapak Ibu dosen pengajar Teknik Biomedik ITS.
6. Sahabat saya Nida, Indira, Inggrid dan Sherly yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
7. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis hingga Tugas Akhir ini ini bisa diselesaikan dengan semaksimal mungkin.

Terlepas dari semua itu, penulis sadar bahwa masih terdapat kekurangan pada berbagai aspek dan masih banyak hal yang perlu diperbaiki. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka menerima kritik dan saran dari pembaca agar dapat memperbaiki tugas akhir ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat untuk banyak orang dan dapat dikembangkan lebih baik lagi pada penelitian selanjutnya.

Surabaya, 23 Juli 2020
Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR i
LEMBAR PENGESAHAN ii
ABSTRAK iii
ABSTRACT iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL x
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan dan Manfaat 3
1.5 Kontribusi Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Disabilitas Intelektual 4
2.1.1 Klasifikasi Disabilitas Intelektual 5
2.1.2 Karakteristik Penderita Disabilitas Intelektual 5
2.2 *Virtual Reality* 7
2.2.1 *Virtual Reality* untuk Kesehatan 8
2.2.2 Interaksi Menggunakan *Virtual Reality* 10
2.3 *Augmented Reality* 10
2.4 *Unity* 11
2.5 *Vuforia SDK* 11
2.6 *Game* untuk Rehabilitasi 12
2.7 *Android* 13
2.8 Rasional 14
BAB III PERANCANGAN SISTEM 16
3.1 Desain Sistem secara Umum 16
3.2 Sistem *Hardware* 17
3.2.1 *Virtual Reality* 17
3.2.2 *Smartphone* 18
3.2.3 *Laptop* 18
3.3 Sistem *Software* 18
3.4 Perancangan *Image Marker* sebagai Media Kontrol Rehabilitasi 19
3.5 Jenis Perancangan *Game* 21
3.6 Perancangan *Game* untuk Peningkatan Fungsi Kognitif 22
3.6.1 Rancangan *Game* Level 1 “*Puzzle* Kupu-kupu” 22

3.6.2 Rancangan *Game* Level 2 "*Move The Balloon to The Corner*"..... 24
3.7 Perancangan *Game* untuk Peningkatan Fungsi Motorik 27
3.7.1 Rancangan *Game* Level 3 "*AR Shooter"* 27
3.8 Konversi *Game* ke Format *.APK* 29
3.9 Metode Pengujian 29
BAB IV PENGUJIAN SISTEM 32
4.1 Pengujian Instalasi Aplikasi Permainan *Android* di *Smartphone*..... 32
4.2 Pengujian Sistem Permainan dengan Kontrol *Image Marker* 33
4.3 Pengujian Total Sistem Rehabilitasi 35
4.3.1 Pengujian *Game* Level 1 "*Puzzle* Kupu-Kupu" 35
4.3.2 Pengujian *Game* Level 2 "*Move The Ballon to The Corner*"..... 36
4.3.3 Pengujian *Game* Level 3 "*AR Shooter*"..... 37
4.4 *Survey* Kepuasan Pemain..... 39
BAB V PEMBAHASAN 40
5.1 Hasil Pengujian Instalasi Aplikasi Permainan di *Smartphone* 40
5.2 Hasil Pengujian Sistem Permainan dengan Kontrol *Image Marker*..... 42
5.3 Hasil Pengujian *Game* Level 1 "*Puzzle* Kupu-Kupu" 43
5.4 Hasil Pengujian *Game* Level 2 "*Move The Balloon to The Corner*" 44
5.5 Hasil Pengujian *Game* Level 3 "*AR Shooter"* 45
5.6 Hasil Pengujian *Survey* Kepuasan Peserta..... 46
BAB VI KESIMPULAN 48
6.1 Kesimpulan 48
6.2 Rencana Pengembangan 49
DAFTAR PUSTAKA 50
LAMPIRAN 53
1. Dokumentasi Pengambilan Data..... 53
BIODATA PENULIS 58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 *Flow Theory* 9
Gambar 2. 2 Contoh *Image Target Marker* untuk Dideteksi di *Vuforia* 11
Gambar 2. 3 *Fishbone Diagram* 15
Gambar 3. 1 Cara Kerja Sistem secara Umum 16
Gambar 3. 2 *Virtual Reality Headset Taffware* 17
Gambar 3. 3 *OPPO A5S* 18
Gambar 3. 4 Desain *Game* dengan *Image Marker Controller* 20
Gambar 3. 5 Halaman *Vuforia* untuk Mendapatkan *License Key* 21
Gambar 3. 6 Halaman *Vuforia* untuk Membuat *Database Image* 21
Gambar 3. 7 *Image Target Marker* yang Telah Diregistrasi 21
Gambar 3. 8 Ide Desain *Game* Level Pertama 23
Gambar 3. 9 Algoritma Pemrograman *Script #C Game* Level 1 23
Gambar 3. 10 Program *Script #C Game* Level Satu 24
Gambar 3. 11 Ide Desain *Game* Level Kedua 24
Gambar 3. 12 Algoritma Pemrograman *Script #C Game* Level 2 25
Gambar 3. 13 Program *Script #C Game* Level Dua 26
Gambar 3. 14 Ide Desain *Game* Level ketiga 26
Gambar 3. 15 Algoritma Pemrograman *Script* #C *Game* Level 3 28
Gambar 3. 16 Program *Script #C Game* Level 3 29
Gambar 3. 17 Alur Konversi Data *Unity* ke Bentuk *.APK* 31
Gambar 4. 1 Aplikasi *Game* Level 1 yang Telah Diinstalasi 32
Gambar 4. 2 Aplikasi *Game* Level 2 yang Telah Diinstalasi 32
Gambar 4. 3 Aplikasi *Game* Level 3 yang Telah Diinstalasi 33
Gambar 4. 4 *Image Marker Game* Level 1 33
Gambar 4. 5 *Image Marker Game* Level 2 dan 3 34
Gambar 4. 6 *VR Taffware Headset* yang Sudah Dimodifikasi 34
Gambar 5. 1 Notifikasi Awal *Game* Ketika Pertama Kali di *Launch* 40
Gambar 5. 2 Hasil Pengujian Instalasi *Game* Level Satu 41
Gambar 5. 3 Hasil Pengujian Instalasi *Game* Level Dua 41
Gambar 5. 4 Hasil Pengujian Instalasi *Game* Level Tiga 41
Gambar 5. 5 Rata-Rata Waktu yang Didapat dari Hasil Uji *Game* Level 1 43
Gambar 5. 6 Rata-Rata Waktu yang Didapat dari Hasil Uji *Game* Level 2 45
Gambar 5. 7 Rata-Rata Waktu yang Didapat dari Hasil Uji *Game* Level 3 46
Gambar 1. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 1 *Game* Level 1 53
Gambar 2. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 1 *Game* Level 2 53
Gambar 3. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 1 *Game* Level 3 54
Gambar 4. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 2 *Game* Level 1 54
Gambar 5. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 2 *Game* Level 2 55
Gambar 6. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 2 *Game* Level 3 55

Gambar 7. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 3 *Game* Level 1 56
Gambar 8. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 3 *Game* Level 2 56
Gambar 9. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 3 *Game* Level 3 57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi *Intellectual Disability* 7
Tabel 2. 2 Perkembangan Versi Sistem Operasi *Android* 13
Tabel 3. 1 Spesifikasi *VR Headset Taffware* 17
Tabel 3. 2 Spesifikasi *OPPO A5s* 19
Tabel 3. 3 Spesifikasi *ASUS A455*..... 19
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sistem Kontrol *Game* Level 1 34
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sistem Kontrol *Game* Level 2 34
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sistem Kontrol *Game* Level 3 34
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian *Game* Level 1 Hari Pertama (*Pre-Test*) 36
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian *Game* Level 1 Hari Kedua *(Post-Test)*..... 36
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian *Game* Level 2 Hari Pertama (*Pre-Test*) 37
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian *Game* Level 2 Hari Kedua (*Post-Test*)..... 37
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian *Game* Level 3 Hari Pertama (*Pre-Test*) 38
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian *Game* Level 3 Hari Kedua (*Post-Test*)..... 38
Tabel 4. 10 Hasil *Survey* Kepuasan Peserta Skala Nilai 1 s.d. 5..... 39
Tabel 5. 1 Hasil Pengujian *Game* Level Satu Terhadap Waktu (Detik) 42
Tabel 5. 2 Hasil Pengujian *Game* Level Dua Terhadap Waktu (Detik)..... 44
Tabel 5. 3 Hasil Pengujian *Game* Level Tiga Terhadap Waktu (Detik) 46
Tabel 5. 4 Hasil Nilai Rata-Rata *Survey* Kepuasan Peserta (1-5) 47

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Disabilitas Intelektual merupakan gangguan selama masa perkembangan yang diikuti oleh kurangnya kemampuan intelektual, fungsi adaptif dalam konseptual, sosial, dan keterampilan praktis [1]. Lebih lanjut lagi, kemampuan motorik pada individu yang mengalami Disabilitas Intelektual pada umumnya mengalami permasalahan. Individu mengalami keterlambatan mulai dari bergerak, menggunakan tangan dan kakinya, duduk, dan berbicara [2]. Perkembangan kognitif individu dengan disabilitas intelektual bergerak lebih lamban dibandingkan dengan individu normal. Keterbatasan kognitif pada individu dengan disabilitas intelektual, berdampak dalam penguasaan keterampilan bantu diri secara mandiri. Hal tersebut menyebabkan mereka mempunyai resiko yang tinggi untuk mengalami isolasi sosial di masyarakat serta sangat berketergantungan pada keluarga [3].

Salah satu upaya untuk dapat membantu meningkatkan perkembangan motorik dan kognitif dari penyandang disabilitas intelektual adalah mengikuti serangkaian rehabilitasi. Rehabilitasi tradisional membutuhkan latihan spesifik untuk meningkatkan keterampilan kognitif dan motorik melalui pelatihan berulang. Pengulangan tugas secara intens diperlukan untuk menata ulang otak dalam bidang pemahaman tertentu. Perawatan terapi tradisional memang memberikan hasil yang memuaskan, namun hal itu membutuhkan tuntutan besar pada pasien dan professional [4]. Ditambah lagi orang-orang dengan disabilitas intelektual sulit untuk dilibatkan. Pendekatan perawatan kognitif yang diterapkan padanya bisa jadi tugas yang sulit dan kompleks. Untuk itu, diperlukan suatu sistem rehabilitasi yang repetitif, variatif, dan interaktif [2].

Rehabilitasi macam ini dapat memanfaatkan teknologi *VR* (*Virtual Reality*). *VR* memiliki banyak fitur dalam membantu serangkaian proses rehabilitasi. Kombinasi pengobatan kognitif secara tradisional dan metode berbasis *VR* dapat memberikan efek pendekatan interaktif, efektif dan aman untuk perawatan individu penyandang disabilitas [2]. Oleh karena itu, studi saat ini membahas kontribusi *VR* untuk meningkatkan keterampilan kognitif dan motorik, yang membuat mereka lebih mandiri dan mampu melakukan tugas sehari-hari.

Teknologi *VR* semakin diakui sebagai alat yang efektif untuk rehabilitasi proses kognitif dan kemampuan fungsional. Kerangka rehabilitasi *VR* untuk perkembangan kognitif pertama kali diusulkan oleh Rizzo [5] ditujukan untuk anak-anak dengan ADHD (*Attention-Deficit Activity Disorder*). Brook [6] membuat sistem *game VR* untuk menyiapkan makanan bagi individu disabilitas intelektual. Bruckhelmer [7] menyatakan metode *VR* memegang peran penting untuk rehabilitasi, khususnya rehabilitasi pemulihan fungsi motorik.

Metode berbasis *VR*, khususnya berupa aktivitas yang menyerupai permainan, mampu membuat perawatan dan rehabilitasi kognitif dan motorik lebih dapat

diakses oleh para penyandang disabilitas melalui kapasitas mereka untuk mempertahankan atensi, menyediakan pelatihan dan media pendidikan yang efektif dan aman bagi mereka [2].

Berdasarkan permasalahan diatas, penelitian ini berusaha untuk membuat suatu sistem dimana penyandang disabilitas intelektual bisa melakukan rangkaian rehabilitasi dan melatih dirinya untuk dapat melaksanakan tugas-tugas umum sehari-hari seperti orang normal lainnya, selain itu pula juga memudahkan untuk keluarga penyandang disabilitas intelektual dalam membiayai serangkaian pelatihan ini, yakni dengan menyediakan proses rehabilitasi yang cukup terjangkau. Oleh karena itu, peneliti ingin membuat sistem rehabilitasi berbasis sebuah *game* rehabilitasi yang diintegrasikan dengan *VR*, *game* ini dilengkapi dengan kontrol permainan berbasis rekognisi *image marker* dipasangkan di tangan agar pengguna dapat meningkatkan kemampuan motorik dan kognitifnya.

1.2 Rumusan Masalah

Para penyandang disabilitas intelektual pada umumnya mengalami keterlambatan perkembangan pada fungsi kognitif dan motorik. Untuk membantu perkembangan kedua aspek tersebut biasanya diberikan terapi secara repetitif. Namun tentu saja jika sistem rehabilitasi kurang memberi motivasi, peserta akan cepat bosan. Maka dari itu peneliti mengusung *game* sebagai teknologi rehabilitasi, sebab dapat memberikan variasi, sensasi seru dan motivasi ke pengguna. Dalam hal ini tentu saja bukan hanya aspek seru yang diperhatikan dalam merancang sistem rehabilitasi, tetapi *game* juga harus didesain sedemikian rupa sesuai kebutuhan pengguna. Untuk itu diperlukan suatu rancangan sistem *game* yang sesuai. Sistem rancangan *game* apa yang sesuai untuk meningkatkan kemampuan kognitif dan motorik bagi penyandang disabilitas intelektual?

Agar *game* lebih imersif, diberikan juga HMD (*Head Mounted Device*) berupa *virtual reality* ke pengguna. Namun tentu saja harus dikonsep kontrol *game* yang sesuai dan berbiaya rendah. Dengan demikian perlu diketahui sistem kontrol *game* seperti apa yang berbiaya rendah, mudah digunakan, serta interaktif bagi pengguna ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini ada empat. Batasan masalah yang pertama adalah hanya melibatkan subjek normal untuk menguji sebatas secara fungsional. Batasan kedua adalah perkembangan peningkatan fungsi kognitif dan motorik subjek diukur melalui skor penilaian *game*. Selanjutnya, batasan masalah ketiga peningkatan fungsi motorik pengguna dikhususkan hanya untuk perkembangan pada bagian tangan. Terakhir batasan masalah yang keempat adalah lingkungan *game* hanya dibuat sebatas semi realistis agar ukuran *game* tidak terlalu berat, serta lebih cepat untuk diakses.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki efektivitas *VR* dalam perawatan koordinasi kognitif dan motorik bagi kaum disabilitas intelektual dengan jalan memberikan tugas umum yang biasanya dilakukan orang setiap hari.

Tujuan kedua adalah untuk mengusulkan dan mengembangkan interaksi inovatif antarmuka antara pengguna dan lingkungan virtual yang disediakan oleh sistem *VR*. Sistem kendali menggunakan *image marker* yang dipasangkan pada tangan pasien. *Marker* nantinya berubah menjadi kontrol virtual di lingkungan *VR*, sehingga individu mampu menangani objek 3 dimensi dalam skenario *VR* lebih realistis dan intuitif.

Manfaat yang dapat dihasilkan oleh penelitian ini diantaranya ada manfaat teoritis dan manfaat praktis. Manfaat teoritis yang bisa diambil dari penelitian ini adalah penelitian ini dapat menghasilkan *paper* untuk memperkaya pengetahuan dalam bidang biomedik. Dimana penelitian ini merupakan permainan *VR* dapat mendukung koordinasi kognitif dan perkembangan motorik bagi para penyandang disabilitas intelektual. Sedangkan, manfaat praktis yang dapat dihasilkan dari penelitian ini adalah terciptanya sistem interaksi berbasis *image marker* dalam aktivitas permainan *VR* yang dapat memberikan kendali yang lebih alami, menarik dan interaksi intuitif, sehingga menjadi lebih efektif baik untuk perkembangan koordinasi kognitif maupun motorik.

1.5 Kontribusi Penelitian

Terdapat dua buah aspek kontribusi, yaitu aspek ilmiah dan praktis. Aspek ilmiah berkaitan dengan studi yang dilakukan, sedangkan aspek praktis berhubungan dengan pengaplikasian dari studi tersebut. Dari aspek ilmiah penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan tentang pengembangan *game* rehabilitasi berbasis *VR*. Selain itu juga mampu mempresentasikan studi kasus dan menunjukkan efektivitas dan kelayakan penggunaan teknologi *VR* untuk pengembangan koordinasi kognitif dan motorik disabilitas intelektual, dengan menggunakan peralatan murah dan berfokus pada pemberian pelatihan yang menyenangkan melalui tugas-tugas berbasis *game*.

Lebih dari itu, kontribusi penelitian pada aspek Praktik adalah untuk mengembangkan keterampilan motorik dan kemampuan kognitif peserta, dengan cara membuat mereka lebih mandiri dan mampu melakukan tugas sehari-hari. Metode berbasis *VR* dapat efektif untuk perawatan orang dengan disabilitas intelektual, metode dan sistem yang dikembangkan dan disajikan dalam karya ini mungkin berguna untuk berbagai profesi dan institusi, serta penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Disabilitas Intelektual

Menurut APA (*American Psychiatric Association*) [8] disabilitas intelektual merupakan gangguan selama masa perkembangan yang diikuti oleh kurangnya intelektual, fungsi adaptif dalam konseptual, sosial, dan keterampilan praktis. Kekurangan pada fungsi intelektual seperti penalaran atau pemikiran, penyelesaian masalah, perencanaan, berpikir abstrak, berpendapat, kemampuan akademik, dan belajar dari pengalaman, diperkuat dengan asesmen klinis dan dengan standar tes inteligensi individual. Kekurangan fungsi adaptif, satu atau lebih aktivitas pada keterampilan sehari-hari, seperti komunikasi, kemampuan bersosialisasi, hidup mandiri di berbagai lingkungan seperti di rumah, sekolah, tempat bekerja dan komunitasnya.

Pada abad terakhir, para penyandang disabilitas intelektual telah mengalami perubahan signifikan dalam semua aspek kehidupan, seperti perawatan kesehatan, pekerjaan, pendidikan, rekreasi, dan situasi kehidupan. *Mental retardation* yang sebelumnya digunakan hingga akhir abad ke-20, kini telah digantikan dengan nama disabilitas intelektual di sebagian besar negara [3].

Pergantian nama dari *mental retardation* menjadi disabilitas intelektual disebabkan beberapa alasan yaitu, pertama tidak terlalu menyinggung para penyandang disabilitas. Kedua, sebagai realisasi perubahan yang dijelaskan oleh AAIDD (*American Association on Intellectual and Developmental Disabilities*) dan WHO (*World Health Organization*). Ketiga, untuk menyelaraskan terhadap para praktik profesional saat ini yang berfokus pada perilaku fungsional dan kontekstual. Keempat, lebih konsisten terhadap terminologi internasional [3].

Menurut *International Stastistical Classification of Diseases and Related Health Problem* (ICD-10) [9] disabilitas intelektual adalah suatu keadaan perkembangan mental yang terhenti atau tidak lengkap, yang terutama ditandai oleh adanya keterbatasan keterampilan selama masa perkembangan, sehingga berpengaruh pada semua tingkat inteligensia yaitu kemampuan kognitif, bahasa, motorik dan sosial. Disabilitas intelektual dapat terjadi dengan atau tanpa gangguan jiwa atau gangguan fisik lainnya. Seorang individu dianggap memiliki disabilitas intelektual berdasarkan tiga kriteria berikut :

1. Fungsi intelektual, mengacu pada kapasitas mental, seperti belajar, penalaran, pemecahan masalah, dan sebagainya. Salah satu cara untuk mengukur fungsi intelektual adalah melalui tes IQ. Secara umum, skor tes IQ sekitar 70 atau setinggi 75 menunjukkan disabilitas intelektual.
2. Adanya keterbatasan signifikan sebanyak dua atau lebih pada bidang fungsi adaptif, meliputi pemahaman konseptual, keterampilan sosial, dan keterampilan praktis yang biasa dilakukan oleh individu normal dalam kehidupan sehari-hari.

3. Kondisi ini dapat dideteksi sebelum usia 18 tahun [9].

2.1.1 Klasifikasi Disabilitas Intelektual

American Phsychological Association membuat klasifikasi anak disabilitas intelektual, yaitu *mild, moderate, severe,* dan *profound*. Klasifikasi ini dibuat berdasarkan tingkat kecerdasan atau skor IQ [8]. Klasifikasi ditunjukan pada Tabel 2.1.

Pandangan saat ini adalah bahwa disabilitas intelektual memiliki banyak faktor penyebab, termasuk genetik, kerentanan perkembangan, dan lingkungan [5]. Akibatnya, AAIDD [1] mengusulkan pendekatan multifaktorial etiologi, yang melibatkan empat kategori sebagai berikut :

1. Biomedis, yakni faktor-faktor yang berhubungan dengan proses biologis, seperti kelainan genetik atau nutrisi.
2. Sosial, yakni faktor-faktor yang berhubungan dengan interaksi sosial dan keluarga.
3. *Behavioral*, yakni faktor-faktor yang berhubungan dengan perilaku yang berpotensi membahayakan atau merugikan.
4. Pendidikan, faktor-faktor yang berhubungan dengan ketersediaan dukungan pendidikan untuk perkembangan mental dan adaptif.

2.1.2 Karakteristik Penderita Disabilitas Intelektual

Karakteristik orang dengan disabilitas intelektual yang dapat mempengaruhi pembelajaran akademik juga kemampuan mereka untuk beradaptasi dengan lingkungan rumah, sekolah, dan masyarakat adalah sebagai berikut [3] :

1. Kemampuan Kognitif secara Umum

   Individu dengan disabilitas intelektual berbeda baik secara fisik, emosional, maupun kepribadian. Kelambatan belajar mereka terkait dengan keterlambatan tingkat perkembangan intelektual [10]. Jika dukungan pendidikan spesifik diterapkan, beberapa penelitian menunjukkan anak-anak dengan disabilitas intelektual dapat mencapai tingkat yang sama tetapi secara keseluruhan tetap di belakang rekan-rekan mereka [11].
2. Memori Belajar

   Kemampuan belajar dan ingatan orang-orang dengan disabilitas intelektual sangat signifikan di bawah rata-rata dibandingkan dengan individu normal dengan usia sebaya. Dalam proses menerima pembelajaran, individu dengan disabilitas intelektual berada pada kecepatan yang lebih lambat daripada individu normal, dan mereka kurang cepat dalam menghubungkan informasi dengan situasi baru [12]. Orang-orang dengan disabilitas intelektual mengalami kesulitan berfokus dalam belajar dan dalam situasi kehidupan nyata, kadang-kadang memperhatikan hal-hal yang salah atau kurang relevan [13], [14].

3. Atensi

Untuk memperoleh informasi, suatu individu harus belajar untuk jangka waktu yang diperlukan dan mampu mengendalikan gangguan belajar. Anak-anak dengan disabilitas intelektual mengalami kesulitan untuk meraih atensi baik dalam situasi pembelajaran maupun sosial [15].

4. Keterampilan Adaptif

Keterampilan adaptif dari orang-orang dengan disabilitas intelektual seringkali tidak sebanding dengan rekan-rekan mereka tanpa disabilitas. Seorang anak dengan disabilitas intelektual mungkin mengalami kesulitan dalam belajar dan menerapkan keterampilan untuk sejumlah alasan, termasuk tingkat distraktibilitas yang lebih tinggi, kurangnya perhatian, kegagalan membaca isyarat sosial, dan perilaku impulsif [16].

5. Regulasi Diri

Regulasi diri merupakan suatu kemampuan untuk melatih suatu tugas terkait, dengan konsep luas dikenal sebagai pengaturan diri, atau kemampuan untuk menengahi atau mengatur perilaku sendiri [16]. Dalam teori pemrosesan menerima informasi dinyatakan bahwa seseorang memproses informasi dari rangsangan sensorik menjadi *output* motorik [17]. Dalam teori pemrosesan informasi, perbedaan belajar pada orang dengan disabilitas intelektual dipandang sebagai keterbelakangan proses metakognitif. Keterbelakangan keterampilan ini terutama mempengaruhi ingatan, keterampilan latihan, dan mengendalikan proses pembelajaran [18].

6. Bicara dan Bahasa

Orang-orang dengan disabilitas intelektual mungkin telah mengalami keterlambatan bicara, pemahaman bahasa. Penyandang disabilitas intelektual mungkin menunjukkan keterlambatan seperti mengambil giliran, memilih topik yang bisa diterima untuk percakapan, mengetahui kapan harus berbicara mengetahui kapan harus diam, dan keterampilan kontekstual yang serupa [3]. Tingkat keparahan masalah bicara dan bahasa berkorelasi positif dengan penyebab dan keparahan kecacatan intelektual: semakin ringan tingkat disabilitas intelektual, semakin sedikit kesulitan untuk berbahasa [19].

7. Motivasi

Orang-orang dengan disabilitas intelektual sering digambarkan sebagai kurang motivasi [3]. Pengalaman kegagalan di masa lalu dan kegelisahan yang ditimbulkan oleh kegagalan itu dapat mengarahkan menjadi semakin kurang memiliki motivasi. Hasil dari kegagalan cenderung mengarah pada ketergantungan dalam bentuk apresiasi dari luar, untuk dapat memotivasi diri mereka kembali. Mereka cenderung tidak mampu memotivasi diri sendiri [12].

8. Prestasi Akademik

Inefisiensi kognitif anak-anak dengan disabilitas intelektual tingkat *mild* sampai tingkat *moderate* menyebabkan masalah yang terus-menerus dalam

Tabel 2. 1 Klasifikasi *Intellectual Disability* [8]

Ability Level	**IQ**	***Mental Age (Years)***
Mild Intellectual Disability	50 – 70	9 – 12
Moderate Intellectual Disability	35 – 49	6 – 9
Severe Intellectual Disability	20 – 34	3 – 6
Profound Intellectual Disability	< 20	0 -3

pencapaian akademik [20]. Anak-anak dengan disabilitas intelektual ringan lebih baik dalam memecahkan kode kata daripada memahami maknanya [21]. Anak-anak dengan disabilitas intelektual mungkin dapat mempelajari perhitungan dasar, tetapi tidak dapat menerapkan konsep secara tepat dalam situasi pemecahan masalah [12].

9. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik anak disabilitas intelektual dengan etiologi biologis yang berbeda, dapat menyebabkan masalah, seperti gangguan fisik, motorik, ortopedi, visual dan pendengaran, dan masalah kesehatan [22]. Ada hubungan antara tingkat keparahan disabilitas intelektual terhadap tingkat perbedaan fisik untuk individu [16]. Mayoritas anak-anak dengan disabilitas intelektual tingkat *severe* dan *profound* memiliki banyak hambatan perkembangan yang mempengaruhi hampir setiap aspek kemampuan intelektual dan fisik [14].

2.2 *Virtual Reality*

VR (*Virtual Reality*) adalah teknologi yang membuat pengguna dapat merasakan keberadaannya dalam dunia maya. Dalam *VR* pengguna juga dapat berinteraksi dengan dunia tersebut berdasarkan objek nyata maupun animasi [23], [24]. Hal ini dapat menghadirkan informasi sensorik multimodal yang kompleks kepada pengguna dan dapat menimbulkan perasaan senang dan seakan-akan berada di lingkungan tersebut [24].

Teknologi *VR* saat ini sedang dieksplorasi di beberapa bidang rehabilitasi [25]. Dengan penambahan skenario *game* tertentu yang memerlukan gerakan spesifik, sistem berbasis *VR* dapat memungkinkan eksplorasi bagaimana otak mengontrol gerakan, belajar gerakan baru, dan mempelajari kembali keterampilan gerakan setelah cedera [26]. *VR* juga menyediakan kemampuan untuk memvariasikan tugas pelatihan dalam ruang kecil, tanpa harus mengubah lingkungan secara fisik. Mampu melatih berbagai tugas yang berbeda dapat memberikan perbaikan keseluruhan yang lebih baik [26]. Secara khusus, *VR* memiliki potensi dalam rehabilitasi pasien dengan defisit neurologis, di mana biaya perawatan tinggi, waktu terapis terbatas, dan pelatihan berulang ditampilkan untuk menghasilkan hasil positif [26].

Adanya kemajuan teknologi, membuat pengolahan sistem rehabilitasi berbasis *VR* lebih terjangkau, serta semakin memudahkan penggunaan, dan portabilitas, memungkinkan untuk menciptakan pengalaman *VR* dengan menggunakan *smartphone* atau komputer kelas menengah [2].

VR memberikan kontrol penuh terhadap presentasi stimulus dan pengukuran respons, berdasarkan spesifikasi pengawas semisal fisioterapis atau penelti. Data seperti durasi waktu, kegagalan, kecepatan dan gerakan yang dilakukan oleh individu selama penilaian dapat dimanipulasi dengan mudah. Ini sangat berguna untuk perawatan, meningkatkan kesulitan dan tantangan secara bertahap, menurut kinerja mereka. Selain itu, memungkinkan untuk memberikan perawatan individual, ditargetkan untuk setiap pasien, sambil mempertahankan konsistensi dalam hasil tindakan yang diinginkan [2].

2.2.1 *Virtual Reality* untuk Kesehatan

Seiring perkembangan grafik komputer, perangkat elektronik dan sistem *VR* yang berevolusi dan menjadi lebih layak, aplikasi *VR* dapat memberikan lebih banyak manfaat dan keuntungan dalam bidang sains dan kedokteran, terutama untuk perolehan dan pemeliharaan keterampilan yang diperlukan untuk hidup mandiri [27]. Individu dengan disabilitas intelektual sering menolak untuk mencari pengalaman di dunia nyata, padahal penting untuk memberikan kesempatan agar memperoleh keterampilan yang nantinya akan memungkinkan mereka untuk menjadi mandiri. Dalam arti yang sama, saat dewasa, mengakuisisi atau mempertahankan keterampilan semacam ini melalui latihan juga sulit. Namun, di lingkungan virtual, individu dengan disabilitas intelektual dapat pergi ke mana pun ke tempat yang mereka inginkan, bahkan jika mereka memiliki gangguan mobilitas. Mereka dapat membuat kesalahan sebanyak yang mereka inginkan tanpa menderita dan menanggung malu. [27]

Meskipun demikian, penggunaan *VR* sebagai alat bantu untuk mendukung kognitif rehabilitasi disabilitas intelektual masih belum umum. Penelitian VR telah dilakukan dengan orang-orang yang pulih dari trauma, cedera otak vaskular dan gangguan neurologis lainnya [27]. *VR* juga mendorong keterlibatan aktif dalam bidang pendidikan. [25]

VR dapat memberikan banyak manfaat dan keuntungan dalam sains dan kedokteran Namun, penting untuk dipahami bahwa teknologi *VR* masih terus maju dan masih ada kekurangan dan kelemahan.[2] Eksperimen yang disajikan dalam *oculus rift* menunjukkan bahwa dapat menginduksi mual pada beberapa orang. Para penulis mengukur pengaruh postur tubuh dari 72 mahasiswa, sebelumnya mereka diminta memainkan salah satu dari dua *game VR* selama 15 menit menggunakan *oculus rift DK2* [28].

Akibatnya, lebih dari separuh siswa yang memainkan permainan, menggunakan pengendali genggam untuk menjelajahi lingkungan yang gelap,

dilaporkan merasa sakit [28]. Oleh karena itu, penggunaan realitas maya harus moderat, mengamati kurangnya keseimbangan tubuh, mual atau ketidaknyamanan pengguna selama percobaan berbasis *VR* dan setelah penggunaan [2].

Berdasarkan observasi dan riset Dr. Mihaly Csikszentmihaly menamai perasaan yang sangat bersemangat dan fokus dalam sebuah aktivitas dengan level gembira sebagai *flow* [29]. *Flow* memiliki beberapa komponen:

1. Subjek bisa konsentrasi pada aktivitas yang dimaksud
2. Memiliki tujuan yang jelas.
3. Memiliki *feedback* secara langsung.
4. Subjek bisa merasakan bahwa subjek itu mengontrol aktivitas itu.

Ada banyak karakteristik pengalaman yang terhubung dengan *fun*, yakni perasaan dimana waktu berjalan dengan sangat cepat, fokus, dan tenang [29]. Sebagaimana dinyatakan dalam Brenner et al. [30], proses atensi dianggap sebagai komponen dasar dari fungsi kognitif dan motorik.

Pada Gambar 2.1 [29] terdapat korelasi yang tinggi antara tantangan dan kemampuan untuk melakukan tantangan itu, subjek jelas tidak mendapatkan kegembiraan. Ketika tantangan secara signifikan lebih kecil, suatu individu cenderung merasa bosan. Menjaga kesetimbangan dinamika antara kemampuan dan tantangan adalah kunci dalam menjaga perasaan gembira [29].

Gambar 2. 1 *Flow Theory* [29]

2.2.2 Interaksi Menggunakan *Virtual Reality* [31]

Mengenai penggerak dalam *VR* memiliki efek langsung pada banyak aspek pengalaman pengguna, misal rasa senang, frustrasi, kelelahan, dan mual [31]. Ada beberapa teknik penggerak *VR* yang umum. Yang sering digunakan adalah:

1. Mesin *stepper*, dimana peserta dapat menggunakan *treadmill omni-directional* untuk berjalan dalam *VR*, memungkinkan mereka merasakan berjalan ke segala arah dan menjaga mereka di tengah, di tempat yang aman
2. Pengendali *joystick*
3. Poin dan *teleport*, yang ditunjuk pengguna ke mana pun mereka ingin berada di dunia maya, dan sudut pandang virtual secara instan diteleportasi ke posisi itu.
4. Berjalan keliling, yang biasanya dianggap ideal untuk penggerak di lingkungan virtual, tetapi mungkin tidak cocok untuk lingkungan virtual yang lebih besar dari area yang dilacak di dunia nyata, karena pengguna harus benar-benar berjalan di lingkungan fisik untuk bergerak di lingkungan virtual
5. Berjalan di tempat [31].

2.3 *Augmented Reality* [32]

AR (*Augmented Reality*) adalah penggabungan antara objek virtual dengan objek nyata [32]. *AR* dapat dipublikasikan untuk semua indra, termasuk pendengaran, sentuhan dan penciuman. Selain digunakan dalam bidang-bidang seperti kesehatan, militer, industri manufaktur, augmented reality juga telah diaplikasikan dalam perangkat-perangkat yang digunakan orang banyak, seperti pada smartphone dengan memanfaatkan fitur kamera yang ada di hampir semua smartphone saat ini. Tujuan utama dari *AR* adalah untuk menciptakan lingkungan baru dengan menggabungkan interaktivitas lingkungan nyata dan virtual secara real time sehingga pengguna merasa bahwa lingkungan yang diciptakan adalah nyata [32]. *AR* adalah mengenai tentang superimposisi digital benda-benda virtual ke lingkungan dunia nyata. Aplikasi untuk ini dapat berkisar dari memberikan informasi hingga memungkinkan interaksi dengan objek-objek digital seolah-olah mereka ada bersama benda dunia nyata. *AR* terdiri dari tiga kategori utama: VST (*Video See-Through*), OST (*Optical See-Through*), dan *Spacial* AR (proyeksi) [32].

Marker based tracking merupakan sebuah metode dalam *AR*, fungsi sebuah *marker* yaitu sebagai media yang berperan dalam menampilkan objek virtual diatasnya, *marker* akan dikenali oleh sebuah aplikasi yang telah ditanamkan teknologi *AR* melalui perangkat kamera dengan mengenali posisi dan orientasi dari *marker* tersebut yaitu berupa 3 sumbu x, y dan z [32]. Contoh dari *marker* ini ditunjukkan pada Gambar 2.2.

Gambar 2. 2 Contoh *Image Target Marker* untuk Dideteksi di *Vuforia* [33]

2.4 *Unity* [2]

Unity adalah sebuah *Game Engine* (*cross-platform*) yang dikembangkan oleh perusahaan *unity technologies* pada tahun 2005. Yang mana *unity* ini bisa membuat *game* untuk berbagai platform, seperti: *PC, Android, iOS, Mac, Windows Phone*, dan platform lainnya. Dan juga, *unity* mendukung pembuatan *game* 2D dan 3D. *Unity* juga menggunakan fungsi *drag-and-drop* dan untuk *scripting* menggunakan bahasa *C#*, ada dua bahasa pemrograman lainnya, *Boo* dan *JavaScript* [2].

2.5 *Vuforia SDK* [33]

Vuforia SDK adalah perangkat lunak yang memungkinkan pembuatan aplikasi *augmented reality* untuk perangkat seluler. *Vuforia* menggunakan teknologi *computer vision* untuk mengenali target gambar secara *real-time* [33].

Vuforia SDK memerlukan beberapa komponen penting agar dapat bekerja dengan baik. Komponen-komponen tersebut antara lain:

1. Kamera

   Kamera dibutuhkan untuk memastikan bahwa setiap frame ditangkap dan diteruskan secara efisien ke *tracker*. Para *developer* hanya tinggal memberi tahu kamera kapan meraka mulai menangkap dan berhenti.
2. *Image Controller*

   Konversi dari format kamera (misalnya *YUV12*) ke dalam format yang dapat dideteksi oleh *OpenGL* (misalnya *RGB565*) dan untuk pelacakan secara internal.
3. *Tracker*

   Algoritma *computer vision* yang dapat mendeteksi dan melacak objek dunia nyata yang ada pada video kamera. Berdasarkan gambar dari kamera, algoritma yang berbeda bertugas untuk mendeteksi *trackable* baru, dan mengevaluasi *virtual button*. Hasilnya akan disimpan dalam *state object* yang akan digunakan oleh *video background renderer* dan dapat diakses dari *application code*.

4. *Video Background Renderer*

   Menjadikan gambar dari kamera yang tersimpan didalam *state object*. Performa dari *video background renderer* sangat bergantung pada perangkat yang digunakan.

5. *Application Cod*e

   Menginisialisasi semua komponen di atas dan melakukan tiga tahapan penting dalam *application code* seperti: *Query state object* pada target baru yang terdeteksi atau *marker*, *update* logika aplikasi setiap input baru dimasukan. Rendergrafis yang ditambahkan.

6. *Target Resourc*es

   Memungkinkan *developer* untuk mengkonfigurasi beberapa fitur dalam *Trackable* dan *Binary File* yang berisi *Database Trackable* [33].

2.6 *Game* untuk Rehabilitasi

Game adalah jenis permainan di mana peserta mengikuti aturan yang ditetapkan [34]. Houghton et al. [35] membahas tentang pemanfaatan *game* edukasi untuk mendukung proses belajar mengajar. *Game* dapat digunakan sebagai alat pendukung untuk melengkapi metode pengajaran dalam meningkatkan pengalaman belajar suatu individu, sementara juga mengajar keterampilan lain seperti mengikuti aturan, adaptasi, pemecahan masalah, interaksi, keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kerja tim, dan sportifitas yang baik.

Game rehabilitasi dalam bentuk edukasi sangat tepat untuk digunakan dalam proses pembelajaran bagi kaum disabilitas intelektual. Baru-baru ini, keberadaan dan popularitas video *game* berbasis komputer telah berkembang pesat, dan terdapat dampak video *game* terhadap perkembangan kognitif individu [36].

Pemilihan *game* rehabilitasi untuk edukasi berbasis komputer harus melihat beberapa kriteria, pertama, gunakan video *game* yang efektif dalam meningkatkan kemampuan individu disabilitas intelektual. Kedua, permainan harus sesuai untuk individu yang mengalami keterbelakangan mental, jadi permainan harus mengikuti kriteria individu seperti mudah memahami, mengadopsi instruksi yang mudah, gerakan sederhana, menggabungkan ukuran ikon, dan sebagainya. [37].

Berdasarkan 5 kategori Teori Gagné [38] mengenai prinsip-prinsip desain *game* rehabilitasi untuk edukasi. Desain *game* rehabilitasi untuk edukasi dapat menggabungkan berbagai hal gaya belajar, termasuk berbagai jenis atau level pembelajaran disebutkan dalam analisis Gagné, termasuk:

1. Informasi verbal, disediakan dalam bentuk *game* digital baik secara lisan dan teks.
2. Keterampilan intelektual, seperti penggunaan konsep dan aturan memecahkan masalah
3. Strategi kognitif, sangat penting untuk menyelesaikan permainan
4. Sikap, adalah unsur penting untuk permainan RPG (*Role Playing Game*)

5. Sebagian besar *game* membutuhkan penggunaan beberapa jenis kontrol atau *keypad*, yang membantu mengembangkan keterampilan motorik halus.

2.7 *Android* [39]

Android adalah *software* besutan *google* yang mencakup sistem operasi atau OS, dan aplikasi kunci yang berbasis *linux* pada suatu *gadget* seperti *Smartphone* dan komputer tablet. *Android* menyediakan platform terbuka (*open souces*) bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh berbagai macam piranti bergerak [39]. Berikut Tabel 2.2 menunjukkan urutan perkembangan *android* :

Tabel 2. 2 Perkembangan Versi Sistem Operasi *Android* [40]

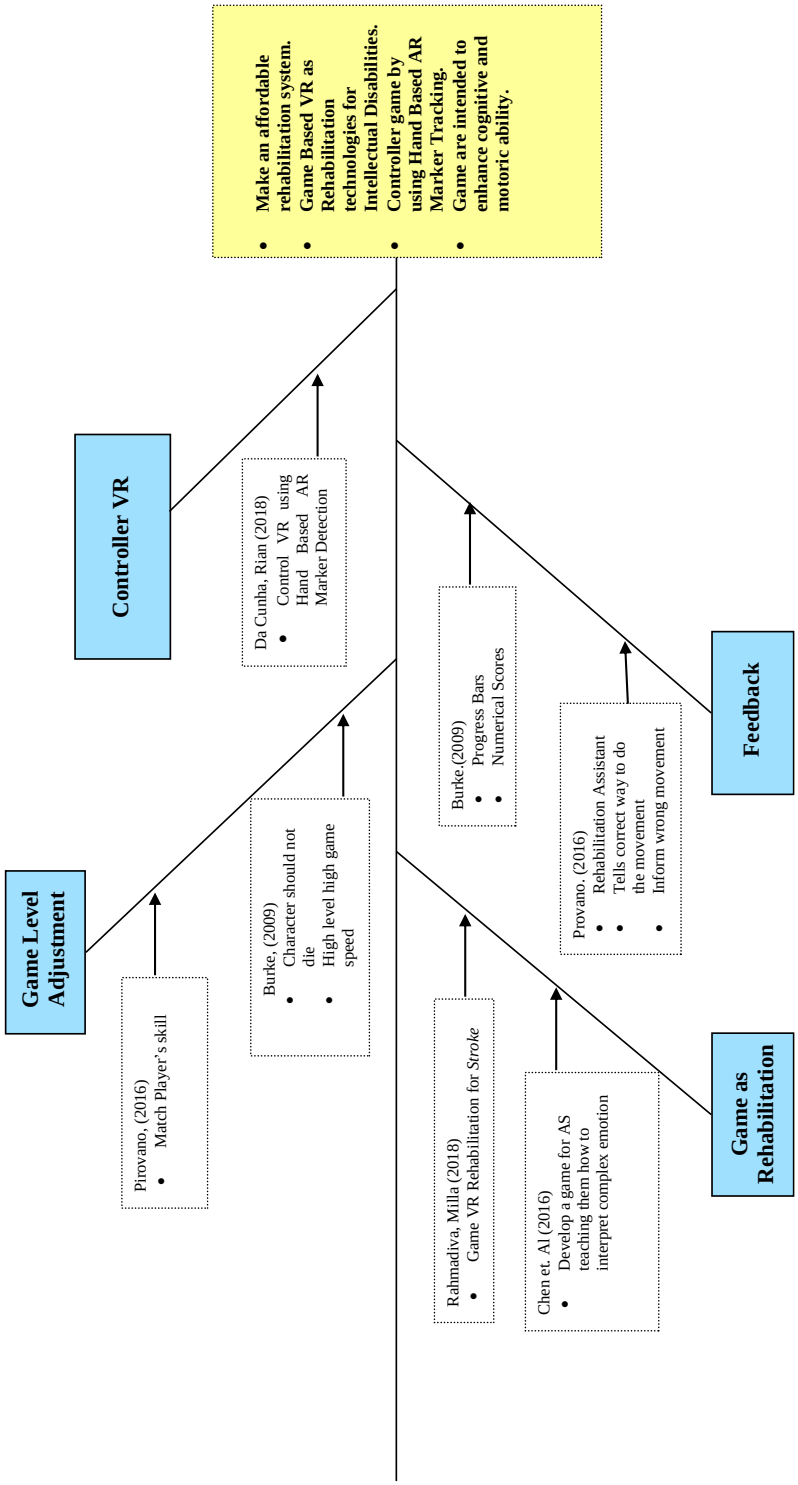
Nama	**Versi**	**Tanggal Rilis**	***Supported (security fixes)***	**Level API**
Beta	1	23-Sep-2008	*No*	1
	1.1	9-Feb-2009	*No*	2
Cupcake	1.5	27-Apr-2009	*No*	3
Donut	1.6	15-Sep-2009	*No*	4
Eclair	2.0 – 2.1	26-Okt-2009	*No*	5 – 7
Froyo	2.2 – 2.2.3	20-Mei-2010	*No*	8
Gingerbread	2.3 – 2.3.7	6-Des-2010	*No*	9 – 10
Honeycomb	3.0 – 3.2.6	22-Feb-2011	*No*	11 – 13
Ice Cream Sandwich	4.0 – 4.0.4	18-Okt-2011	*No*	14 – 15
Jelly Bean	4.1 – 4.3.1	9-Jul-2012	*No*	16 – 18
KitKat	4.4 – 4.4.4	31-Okt-2013	*No*	19 – 20
Lollipop	5.0 – 5.1.1	12-Nov-2014	*No*	21 – 22
Marshmallow	6.0 – 6.0.1	5-Okt-2015	*No*	23
Nougat	7.0 – 7.1.2	22-Agt-2016	*No*	24 – 25
Oreo	8.0 – 8.1	21-Agt-2017	*Yes*	26 – 27
Pie	9	6-Agt-2018	*Yes*	28
Android 10	10	3-Sep-2019	*Yes*	29
Android 11	11	Belum ditentukan	*Beta*	30

2.8 Rasional

Berdasarkan kajian teori yang telah dipaparkan di atas, penderita disabilitas intelektual mengalami hambatan pada perkembangan kognitif dan motoriknya. Hal ini menyebabkan mereka kesulitan untuk melakukan kegiatan sehari-hari. Perawatan terapi tradisional memang memberikan hasil yang memuaskan, namun hal itu membutuhkan tuntutan besar pada pasien dan professional. Ditambah lagi orang-orang dengan disabilitas intelektual sulit untuk dilibatkan. Pendekatan perawatan kognitif yang diterapkan padanya bisa jadi tugas yang sulit dan kompleks. Metode berbasis *virtual reality*, khususnya berupa aktivitas yang menyerupai permainan, mampu membuat perawatan dan rehabilitasi kognitif dan motorik lebih dapat diakses oleh para penyandang disabilitas melalui kapasitas mereka untuk mempertahankan atensi, menyediakan pelatihan dan media pendidikan yang efektif dan aman bagi mereka. Pada kasus ini, peneliti ingin memberi pelatihan pengembangan fungsi kognitif melalui skenario *game* yang interaktif, serta perbaikan fungsi motorik tangan pasien.

Untuk itu metode kontrol *game* difokuskan pada tangan menggunakan metode *Image marker based tracking*. *Image marker based tracking* merupakan sebuah metode dalam *AR*, fungsi sebuah *marker* yaitu sebagai media yang berperan dalam menampilkan objek virtual diatasnya, *marker* yang terbuat dari gambar yang dicetak di atas kertas, akan dikenali oleh sebuah aplikasi yang telah ditanamkan teknologi *augmented reality* melalui perangkat kamera dengan mengenali posisi dan orientasi dari *marker* tersebut yaitu berupa 3 sumbu x, y dan z [32]. Perangkat kamera yang akan digunakan nantinya adalah kamera dari *smartphone. Smartphone* akan diletakkan pada *virtual reality headset*. *Marker* yang terdeteksi kamera akan digantikan oleh objek 3 dimensi sebagai kendali permainan.

Dengan kontrol tangan ini pasien akan berusaha menyelesaikan sejumlah skenario permainan. Penderita disabilitas intelektual perlu melakukan rehabilitasi ini secara berulang-ulang sehingga nantinya akan didapatkan sejumlah peningkatan fungsi kognitif dan motorik yang diindikasikan oleh skor *game*. Untuk memastikan pengguna tidak kehilangan motivasi untuk bermain, setiap tantangan yang diberikan pada *game* harus sesuai dengan kemampuan pasien sesuai tahap perkembangannya [29]. Maka dari itu, diberikan sistem umpan balik berupa pemberian motivasi dan menunjukkan langkah menyelesaikan misi *game* yang benar. Hal ini tentu didasari oleh teori *flow* dimana jika tantangan pada *game* terlalu sulit, bisa menimbulkan bahaya berupa menurunnya motivasi pasien karena merasa sudah pasti tidak bisa melalui tantangan, atau dalam bidang kesehatan, bisa jadi pasien terlalu termotivasi untuk melakukan terapi dan itu bisa menimbulkan bahaya lain yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan alat gerak lainnya. Atau jika *game* terlalu membosankan, pasien juga akan jadi malas latihan [29]. Ringkasan pemikiran ini didasarkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 *Fishbone Diagram*

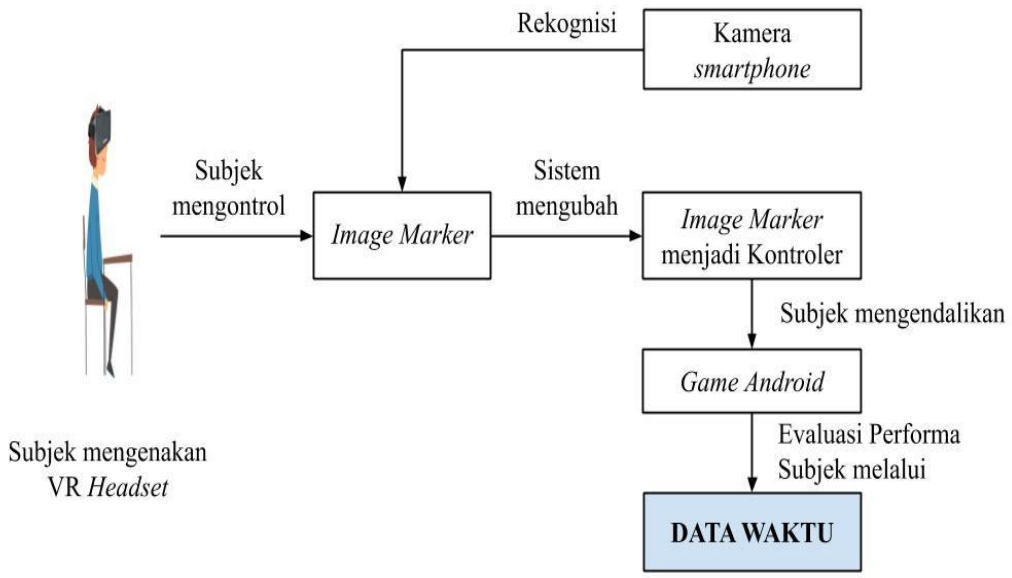
BAB III PERANCANGAN SISTEM

Kerangka kerja dari tugas akhir ini dapat dibagi menjadi lima bagian yaitu : (1) Perancangan *image marker* sebagai media kontrol rehabilitasi, (2) Perancangan *game* untuk peningkatan fungsi kognitif, (3) Perancangan *game* untuk peningkatan fungsi motorik, (4) Konversi *game* ke format *.APK* agar dapat berjalan di perangkat *android*, (5) Metode pengujian. Serangkaian kerangka kerja ini merupakan bagian dari bidang penelitian rehabilitasi yang berfokus pada teknologi *virtual reality*. Bab ini akan menjelaskan kerangka kerja yang ada pada tugas akhir ini.

3.1 Desain Sistem secara Umum

Secara umum, sistem terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras tersusun atas Laptop, *handphone*, dan *virtual reality*. Sedangkan perangkat lunak terdiri dari program *script #C* untuk mengontrol *virtual environment* pada *unity* serta pemrograman deteksi *AR marker* sebagai kontrol *game*.

Cara kerja sistem diperlihatkan pada Gambar 3.1. Subjek diperintahkan untuk mengenakan *VR headset* yang telah diletakkan *smartphone* di dalamnya. Kemudian subjek akan memegang *image marker*. *Image marker* ini berfungsi sebagai kontrol *game* dengan interaksi berbasis tangan. Caranya adalah kamera dari *smartphone* akan merekognisi *image marker*. Kemudian sistem akan menggantikan *marker* yang terdeteksi sebagai fungsi kendali untuk mengatur objek 3 dimensi pada skenario *game*. *Game* dijalankan di *smartphone*, lalu diambil skor berdasarkan waktu yang dihabiskan pengguna untuk perhitungan performa mereka.



Gambar 3. 1 Cara Kerja Sistem secara Umum

Gambar 3. 2 *Virtual Reality Headset Taffware* [41]

3.2 Sistem *Hardware*

Sistem *Hardware* dari rancangan yang dibuat tersusun dari *virtual reality taffware*, *smartphone*, Kontrol kendali *game*, dan *laptop*. Fungsi dari tiap komponen *hardware* dijelaskan sebagai berikut :

3.2.1 *Virtual Reality*

Virtual reality dengan merk *taffware* digunakan pada proyek tugas akhir ini, ditunjukkan pada Gambar 3.2. *VR* akan dipasangkan ke kepala pengguna. Seperti yang telah dijelaskan pada Bab 2. Bahwasanya *VR* berfungsi untuk menciptakan lingkungan virtual. *VR* dengan jenis ini dipilih atas pertimbangan segi biaya yang terjangkau sehingga dapat mewujudkan suatu sistem rehabilitasi berbiaya rendah. Dalam perancangan sistem rehabilitasi ini, *VR headset* dilakukan sedikit modifikasi dengan memberi sedikit lubang di bagian pojoknya agar kamera *smartphone* dapat mengambil citra *marker* di kontrol kendali *game*. Spesifikasi *VR* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Spesifikasi *VR Headset Taffware* [41]

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Kompatibel	Semua jenis *smartphone* dengan ukuran 4 inci sampai 6,5 inci.
2	*Aspherical Lens*	Lensa yang digunakan *cardboard* ini berbentuk kotak
3	*Adjustable Optical Axis*	Posisi Lensa dapat diubah sesuai dengan posisi bola mata Anda dan ukuran *smartphone*
4	*Wider Field of View*	Lensa berbentuk petak yang memberi ruang pengelihatan lebih luas mencapai 68 derajat atau setara dengan layar 150 inci pada jarak 3 meter
5	*Humanization Design*	Dapat menggunakan VR tanpa perlu melepas kaca mata. Juga dilengkapi dengan s*uction* agar s*martphone* tidak bergoyang saat VR digunakan

Gambar 3. 3 *OPPO A5S* [42]

3.2.2 *Smartphone*

Game yang sudah dibuat di *unity* akan dikirimkan ke *smartphone*. Kemudian *smartphone* akan dipasangkan ke *VR headset*. Selain sebagai media visualisasi *game*, *smartphone* juga berfungsi untuk menangkap citra *marker* pada sistem kontrol permainan.

Kriteria *smartphone* yang dapat digunakan adalah minimal memiliki sensor kamera, sensor *accelerometer*, sensor *gyroscope*, dan RAM minimal 2 GB. Adapun pemenuhan kriteria ini agar *game* dapat beroperasi lancar. Salah satu *smartphone* yang mendukung adalah *OPPO A5s*, ditunjukkan pada Gambar 3.3. Spesifikasi *smartphone* dapat dilihat pada Tabel 3.2.

3.2.3 *Laptop*

Jenis yang digunakan pada penelitian ini adalah *Asus A455*, spesifikasi ditunjukkan pada Tabel 3.3. *Laptop* digunakan untuk proses utama pembuatan *game* dilaksanakan. Mulai dari desain *Game*, pembuatan *Script* hingga konversi *unity project* ke dalam format *.APK*.

3.3 Sistem *Software*

Unity game engine merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mewujudkan sistem *game* berbasis *C#*. Dalam pemodelan beberapa *assets* (objek *game*) dan *scene* beberapa dapat diunduh secara gratis pada *assets unity store*. *Assets* yang dipilih adalah yang berukuran ringan, hal ini tentu memudahkan nantinya untuk konversi *game* ke dalam bentuk *.APK*.

Dalam merealisasikan permainan berbasis *C#* diperlukan beberapa langkah yakni dari pembuatan *image target marker*, desain *game* di *unity*, pemrograman *script game #C*, kemudian terakhir konversi *game* ke dalam bentuk *.APK*.

Tabel 3. 2 Spesifikasi *OPPO A5s* [42]

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Ukuran Layar	6,2 inci
2	Resolusi Layar	HD+ 1520x720 *pixels*
3	OS ver	ColorOS 5,2, *Android 8.1 Oreo*
4	CPU	MediaTek MT6765 Helio P35 Octa core
5	Kecepatan CPU	4x2,3 GHz Cortex-A53 & 4x1.8 GHz Cortex-A53
6	Memori Internal	32GB
7	Memori Eksternal	microSD, sampai 256 GB
8	RAM	2GB, 3GB
9	Kamera Belakang	13MP + 2MP
10	Kamera Depan	8MP
11	Baterai	4230 mAh
12	Dimensi	155,9 x 75,4 x 8,2 mm
13	Berat	170 gram

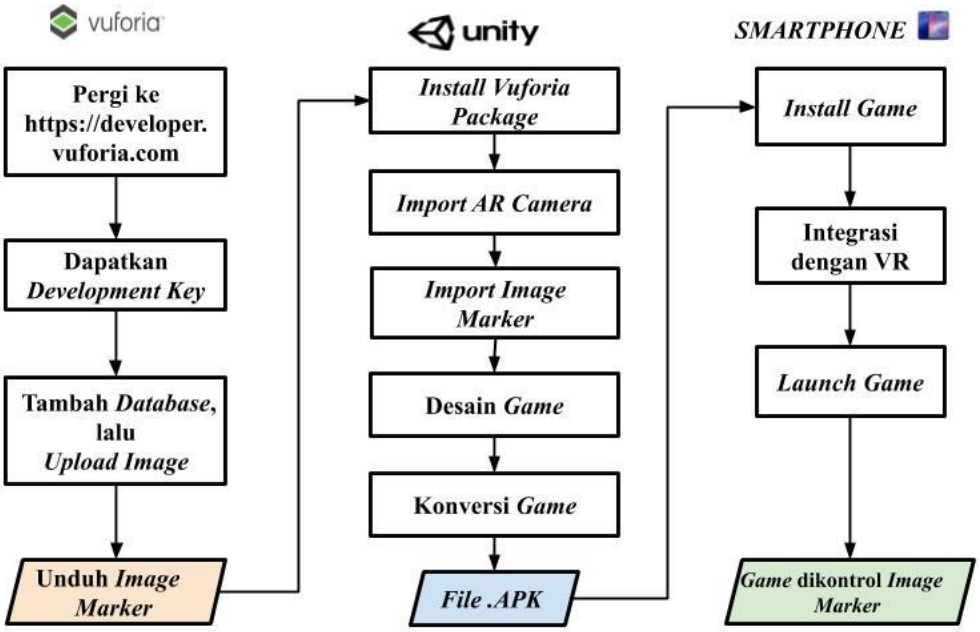
Tabel 3. 3 Spesifikasi *ASUS A455* [43]

No	Spesifikasi	Rincian
1	Prosesor	*Intel Core* i3-4030U 1,9 GHz (A455LD), *Intel Core* i5-4210U 2,7 GHz (A455LN)
2	RAM	DDR3 2 GB (A455LD), DDR3 4 GB (A455LN)
3	Ruang Penyimpanan	500 GB (A455LD), 1 TB (A455LN)
4	Ukuran Layar	14 inci LED *Slim Glossy* HD
5	Kamera	HD *WebCam*
6	Audio	ASUS *Sonic Master*
7	*Port*	VGA, HDMI, 2x USB 2.0, 1x USB 3.0, RJ-45, SD *card reader*, 1x *Audio Jack*
8	Konektivitas	*Bluetooth V4.0, WiFi, Ethernet*
9	Berat	2,3 Kg

Pemrograman *script game* berbasis *C#* dibuat pada aplikasi *microsoft visual studio* 2017. Aplikasi *unity* dan *microsoft visual studio* diatur agar terintegrasi satu sama lain. Sehingga ketika mengedit *script game* pada *unity*, sistem secara otomatis langsung menghubungkan ke dalam *microsoft visual studio*.

3.4 Perancangan *Image Marker* sebagai Media Kontrol Rehabilitasi

Gambar 3.4 menunjukkan cara membuat *game* dengan pengontrol berbasis *image marker*. Ada tiga bagian area kerja, yaitu di situs *vuforia*, *unity game engine*, dan *smartphone*.



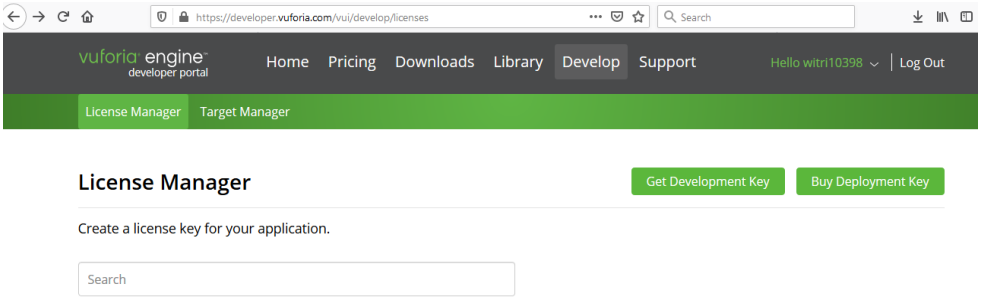
Gambar 3. 4 Desain *Game* dengan *Image Marker Controller*

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, dalam penelitian ini akan digunakan kontrol permainan berbasis *image marker based tracking*, namun *image marker* yang bisa digunakan hanya berupa *marker* yang telah diregistrasikan pada situs resmi *vuforia*.

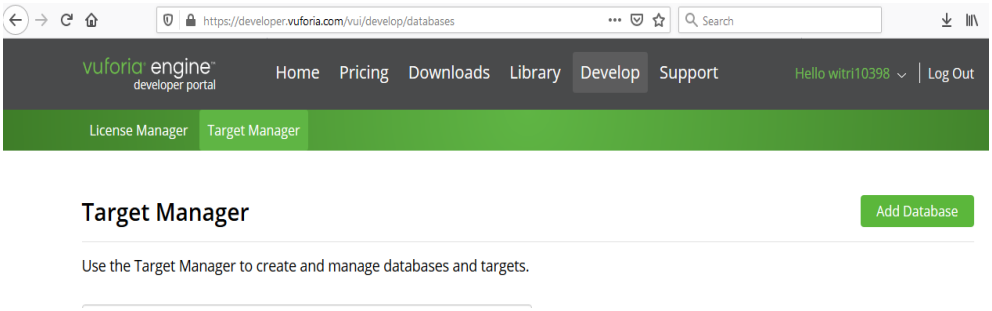
Vuforia itu sendiri merupakan *software* untuk *augmented reality* dikembangkan oleh *qualcomm*, yang menggunakan sumber konsisten mengenai *computer vision* yang berfokus pada rekognisi citra.

Caranya adalah pertama dengan login ke situs *https://developer.vuforia.com*, selanjutnya pergi ke tab *develop* lalu menuju laman *license manager* dan kemudian pilih *get development key*. Pada laman ini yang ditunjukkan Gambar 3.5 adalah untuk mendapatkan *license key* untuk projek. Satu *license key* yang diperoleh hanya bisa digunakan untuk satu proyek *unity*.

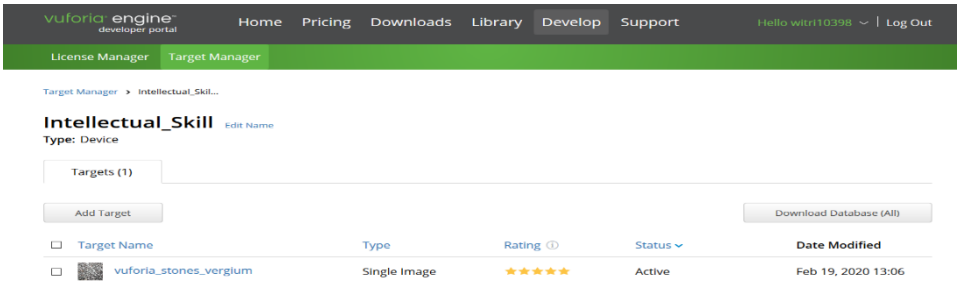
Setelah mendapat *license key*, pergi ke laman *target manager* lalu *add database* kemudian *upload image*. Pada laman ini berguna untuk membuat dan mengatur *database* dari *image target marker* yang akan digunakan, ditunjukkan pada Gambar 3.6. Berikut Gambar 3.7 adalah *image target* yang berhasil diregistrasi. *Image target* dideteksi berdasarkan fitur alami yang diekstraksi dari gambar target tersebut. kemudian dibandingkan pada waktu berjalan dengan fitur dalam gambar kamera. *Rating* dari target berkisar antara 1 dan 5 bintang. Dengan *rating* 4 atau 5 bintang untuk hasil terbaik. Agar mendapat *rating* tinggi gambar hendaknya memenuhi kriteria *rich in detail*, *good contrast* dan *no repetitive patterns*.



Gambar 3. 5 Halaman *Vuforia* untuk Mendapatkan *License Key* [33]



Gambar 3. 6 Halaman *Vuforia* untuk Membuat *Database Image* [33]



Gambar 3. 7 *Image Target Marker* yang Telah Diregistrasi [33]

3.5 Jenis Perancangan *Game*

Langkah selanjutnya adalah desain *game* di *unity game engine* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4. Hal pertama yang perlu dilakukan adalah instalasi *Vuforia SDK package* terlebih dahulu ke dalam *unity*. Untuk model *assets* dan *scene* didapat dengan mengunduh secara gratis di *unity store*.

Game rehabilitasi dalam bentuk edukasi sangat tepat untuk digunakan dalam proses pembelajaran bagi kaum disabilitas intelektual [36]. Dalam penelitian ini, dibuat dua jenis *game* sebagai sarana teknologi asistif bagi penderita Disabilitas Intelektual. Sebagaimana yang telah diketahui penderita disabilitas intelektual mengalami keterlambatan dalam proses perkembangan fungsi kognitif maupun fungsi motoriknya. Sehingga dibuatlah dua jenis rancangan *game*, yang pertama

adalah *game* untuk membantu meningkatkan fungsi kognitif, sementara itu *game* kedua dikhususkan untuk meningkatkan fungsi motorik subjek yang diuji.

Game mengacu pada teori *Flow in Game*, dimana *game* hendaknya bisa mengatasi rasa bosan serta sesuai dengan kemampuan pengguna. Untuk itu, *game* diberikan level secara bertahap dari yang mudah lalu kesulitan level secara bertahap ditingkatkan. Hal ini berguna untuk meningkatkan antusiasme peserta untuk mengikuti proses rehabilitasi [29]. Selain itu, dari aspek desain *game* juga harus diperhatikan komposisi dan keelokannya.

3.6 Perancangan *Game* untuk Peningkatan Fungsi Kognitif

Terdapat dua level rancangan *game* dengan jenis berbeda untuk meningkatkan fungsi kognitif. Level pertama merupakan *puzzle* kupu-kupu, kemudian di level kedua adalah mengarahkan objek balon keluar melewati rintangan.

3.6.1 Rancangan *Game* Level 1 "*Puzzle* Kupu-kupu"

Individu dengan disabilitas intelektual berbeda baik secara fisik, emosional, maupun kepribadian. Kelambatan belajar mereka terkait dengan keterlambatan tingkat perkembangan intelektual [10]. Individu dengan disabilitas intelektual mengalami kesulitan untuk meraih atensi baik dalam situasi pembelajaran maupun sosial [15]. Sehingga, untuk melatih atensi dan kemampuan belajar mereka, di desain sebuah *game* dengan *genre jigsaw puzzle* [34].

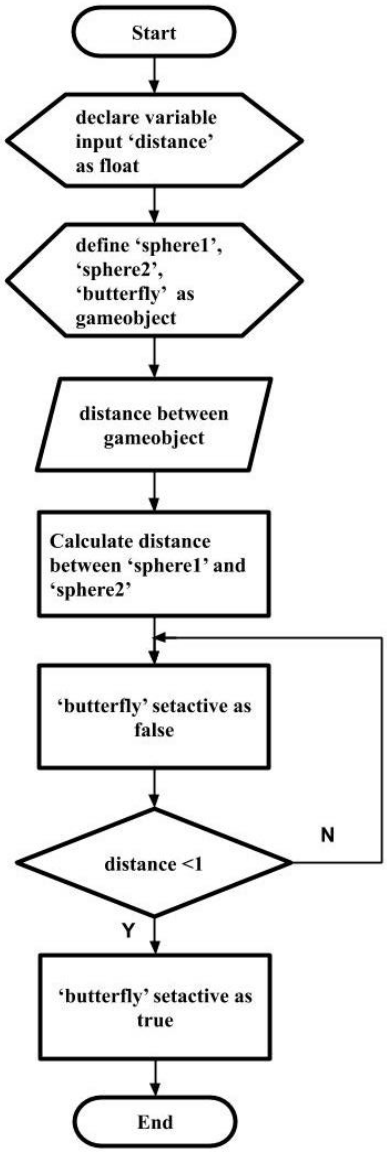
Jigsaw puzzle adalah jenis *puzzle* yang terbuat dari beberapa potongan gambar kemudian disusun untuk menjadi suatu gambar yang utuh. Untuk mendapat fokus dan perhatian peserta, dipilih objek gambar kupu-kupu. Pemilihan kupu-kupu karena hewan ini terkenal akan keelokannya dan mampu menarik perhatian orang-orang. Dalam penelitian Victor [34], *jigsaw puzzles* dapat menjadi salah satu media yang ideal untuk mengajarkan beberapa keterampilan, melatih fokus sembari mengajarkan konten gambar yang akan dibuat. Peserta diberi arahan untuk memainkan *game* dengan jalan menyusun 4 *image marker* yang terpisah. Indikasi peserta berhasil adalah akan muncul animasi kupu-kupu dari *image marker* yang telah disusun. Ilustrasi *game* dapat dilihat pada Gambar 3.8.

Untuk dapat merealisasikan *game*, diperlukan algoritma pemrograman *script #C* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.9. Pertama, adalah mengimpor dua *image target marker* serta *AR camera* pada *(Gameobject > VuforiaEngine)*. Atur posisi *AR camera* di *unity* agar *image marker* dapat terdeteksi. Langkah selanjutnya yaitu meletakkan dua *image target* dengan jarak sekitar 1 pada skala *unity*. Selanjutnya, mendeklarasi variabel masukan dengan nama *distance* sebagai tipe data *float*. Lalu, membuat *gameobject* berupa dua buah *sphere* di tiap tepi *image marker*. Atur jarak antar kedua objek *sphere* dengan skala 1.5.

Pada *script* dengan menggunakan bahasa *#C*, atur kondisi awal dari objek kupu-kupu menjadi tidak aktif, selanjutnya ketika kondisi jarak antara kedua *sphere*

kurang dari 1, atur objek kupu-kupu menjadi aktif. *script* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.10.

Gambar 3. 8 Ide Desain *Game* Level Pertama



Gambar 3. 9 Algoritma Pemrograman *Script #C Game* Level 1

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class Puzzle : MonoBehaviour {
    public GameObject cube1;
    public GameObject cube2;
    public GameObject kupukupu;

    void Update()
{
        float distance = Vector3.Distance(cube1.transform.position, cube2.transform.position);
        float walid = distance / 10;
        kupukupu.SetActive(false);
        if (distance > 1)
        {
            kupukupu.SetActive(false);
        }
        else if (0.2 > distance)
        {
            kupukupu.SetActive(true);
        }
        Debug.Log(distance);
    }
```

Gambar 3. 10 Program *Script #C Game* Level Satu

Gambar 3. 11 Ide Desain *Game* Level Kedua

3.6.2 Rancangan *Game* Level 2 "*Move The Balloon to The Corner*"

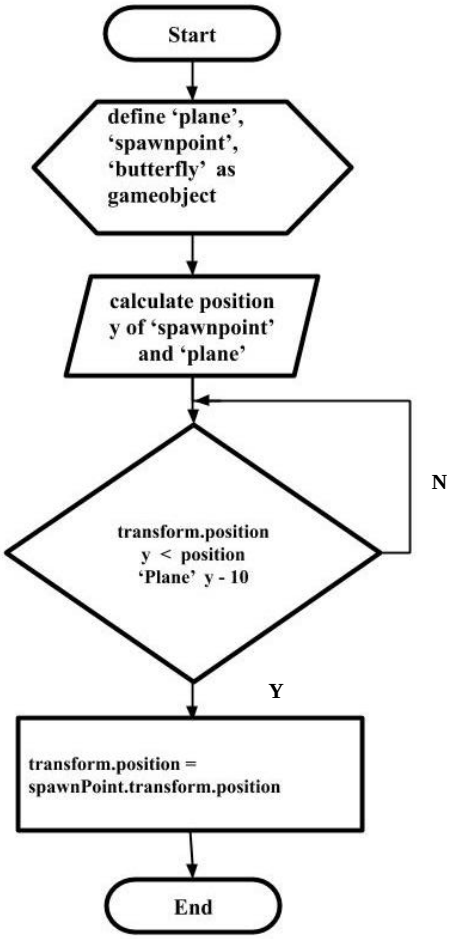
Pada level kedua, kesulitan *game* dinaikkan sedikit. Hal ini untuk menjaga kesetimbangan dinamika antara kemampuan dan tantangan adalah kunci dalam menjaga perasaan gembira [29].

Sebagaimana yang telah diketahui. Keterampilan adaptif dari orang-orang dengan disabilitas intelektual seringkali tidak sebanding dengan rekan-rekan mereka tanpa disabilitas. Regulasi diri merupakan suatu kemampuan untuk melatih suatu tugas terkait, dengan konsep luas dikenal sebagai pengaturan diri, atau

kemampuan untuk menengahi atau mengatur perilaku sendiri [16]. Keterbelakangan keterampilan ini terutama mempengaruhi ingatan, keterampilan latihan, dan mengendalikan proses pembelajaran [18].

Untuk dapat membantu meningkatkan regulasi diri serta keterampilan adaptif, diusulkan *game* dengan *genre arcade. Arcade* dipilih sebab mampu menstimulasi otak untuk lebih kreatif dalam memecahkan permasalahan dengan waktu yang singkat. *Game* semacam ini mampu membuat otak, mata dan tangan dapat berkoordinasi dengan baik, dimana hal tersebut adalah aspek yang penting dalam keterampilan adaptif dan regulasi diri.

Skenario permainan adalah pertama-tama *image target marker* diarahkan ke arah kamera, kemudian akan muncul animasi balon beserta rintangan. Peserta diberi arahan untuk mengarahkan balon agar dapat keluar rintangan. Ilustrasi permainan dapat dilihat pada Gambar 3.11. Kemampuan koordinasi untuk dapat mengarahkan balon melewati rintangan bisa menjadi media untuk meningkatkan regulasi diri dan keterampilan adaptif.



Gambar 3. 12 Algoritma Pemrograman *Script #C Game* Level 2

Untuk dapat mewujudkan permainan level kedua, algoritma ditunjukkan pada Gambar 3.12. Pertama membuat objek persegi panjang dengan menggunakan objek *3D plane*. Kemudian membuat objek balon menggunakan *3D sphere*, serta menambahkan komponen *rigidbody*. Komponen *rigidbody* berfungsi untuk membuat suatu *gameobject* memiliki sifat gravitasi. Selanjutnya, rintangan dibuat menggunakan kumpulan objek *3D cube*, *cube* disusun sedemikian rupa. Setelah rintangan *cube* selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah menyimpan rintangan *cube* sebagai *prefab*, *prefab* ini nantinya menjadi *spawnpoint* atau posisi awal balon berada ketika *game* dimulai. Terakhir mengimpor *image target marker* serta *AR camera* pada (*Gameobject* > *VuforiaEngine*). Atur posisi *AR camera* di *unity* agar *image marker* dapat terdeteksi. Pada *image marker* tambah komponen *script* #C yang sudah dijabarkan pada Gambar 3.13.

Alur kerja *script* adalah program akan menghitung posisi objek balon terhadap koordinat y, juga posisi objek *plane* terhadap koordinat y. Setelah itu Ketika kondisi posisi balon kurang dari posisi *plane* dikurangi 10, maka posisi balon akan sama dengan posisi *spawnpoint*. Hal inilah yang dapat membuat objek balon dapat bergerak.

```
1   using UnityEngine;
2   using System.Collections;
3
4   public class ballScript : MonoBehaviour
5   {
6       public GameObject plane;
7       public GameObject spawnPoint;
8
9       void Update()
10      {
11          if (transform.position.y < plane.transform.position.y - 10)
12          {
13              transform.position = spawnPoint.transform.position;
14          }
15      }
16  }
17
```

Gambar 3. 13 Program *Script #C Game* Level Dua

Gambar 3. 14 Ide Desain *Game* Level ketiga

3.7 Perancangan *Game* untuk Peningkatan Fungsi Motorik

Dalam rangka meningkatkan performa fungsi motorik suatu individu, skenario *game* yang digunakan adalah menembak target yang berada di depan, permainan ini dinamakan *AR Shooter*. Pengguna akan menembakkan bola kedepan ke arah tembok yang harus diruntuhkan. Ilustrasi ide desain *game* ditunjukkan pada Gambar 3.14.

Permainan pada level ini diharapkan dapat membantu meningkatkan koordinasi tubuh pengguna, khususnya pada bagian tangan. Adapun bagaimana cara merancang dan mendesain permainan pada level ini dijelaskan pada subbab berikutnya.

3.7.1 Rancangan *Game* Level 3 "*AR Shooter*"

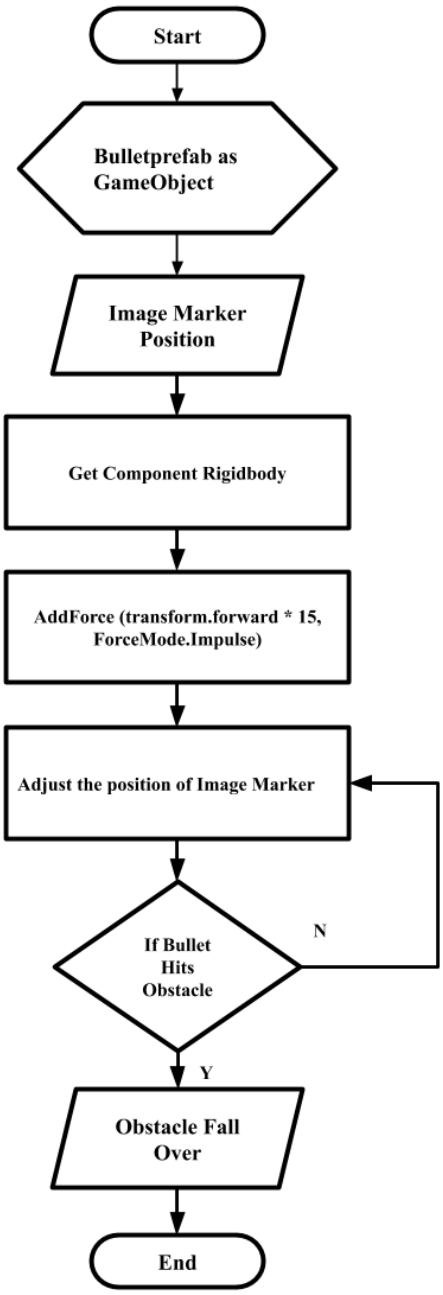
Orang-orang dengan disabilitas intelektual sering digambarkan sebagai kurang motivasi [3]. Pengalaman kegagalan di masa lalu dan kegelisahan yang ditimbulkan oleh kegagalan itu dapat mengarahkan menjadi semakin kurang memiliki motivasi. Mereka cenderung tidak mampu memotivasi diri sendiri [12]. Ditambah lagi, karakteristik fisik individu dengan disabilitas intelektual memiliki etiologi biologis yang berbeda, dapat menyebabkan masalah, seperti gangguan fisik, motorik, ortopedi, visual dan pendengaran, dan masalah kesehatan [22].

Peneliti mendesain *game* dengan *genre FPS (First Person Shooter)*, yakni menembak peluru ke arah tembok di depan. Pertimbangan memilih *genre* ini adalah untuk melatih koordinasi motorik dari peserta. Selain melatih ketepatan koordinasi tangan, dengan adanya *game VR* peserta diperbolehkan melakukan percobaan permainan berapa kalipun tanpa ada tekanan dan takut gagal, sehingga hal ini mampu menumbuhkan motivasi untuk mereka [2].

Pada level ketiga, digunakan *scene* bernuansa pedesaan untuk menambah estetika permainan. Selain itu, penggunaan *scene* diperuntukkan agar nuansa *game* tidak monoton sehingga dapat mencegah pengguna cepat bosan [29].

Desain lingkungan *game* dimulai dari *import scene* ke dalam *unity*. Buang objek *game* yang dirasa kurang diperlukan yang ada di dalam *scene*, tujuannya adalah agar ukuran permainan tidak terlalu besar. Ukuran permainan yang ringan akan memudahkan dalam proses konversi serta instalasi nantinya. Langkah selanjutnya, membuat objek tembok menggunakan *cube*, serta tambahkan komponen *rigidbody* pada *cube*. Kemudian, impor *image target marker* serta *AR camera* pada tab (*Gameobject* > *VuforiaEngine*). Atur posisi *AR camera* di *unity* agar *image marker* dapat terdeteksi. Pada *image marker* buat sub unit komponen berupa *cube* sebagai objek senjata, *sphere* sebagai peluru dilengkapi komponen fisik *rigidbody*, serta membuat *spawnpoint* simpan ke dalam bentuk *prefab*. Terakhir tambahkan *script #C* yang sudah dijabarkan pada Gambar 3.16. Adapun algoritma pemrograman dapat dijelaskan melalui *flowchart* yang ditunjukkan pada Gambar 3.15.

Alur kerja program adalah ketika kamera merekognisi citra dari *image marker*, objek senjata akan keluar. *Spawnpoint* adalah tempat dimana peluru diluncurkan. Peluru akan dilontarkan ke depan dengan penambahan kecepatan serta memiliki gaya gravitasi. Namun jika *image marker* tidak diarahkan, maka tembok yang berada di depan pengguna tidak akan roboh. Untuk itu *Image marker* perlu diarahkan dengan benar.



Gambar 3. 15 Algoritma Pemrograman *Script* #C *Game* Level 3

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class Gun : MonoBehaviour
{
    public GameObject bulletprefab;

    private void Update ()
    {
        GameObject go = Instantiate(bulletprefab, transform.position, transform.rotation) as GameObject;
        go.GetComponent<Rigidbody>().AddForce(transform.forward * 15, ForceMode.Impulse);
    }
}
```

Gambar 3. 16 Program *Script #C Game* Level 3

3.8 Konversi *Game* ke Format *.APK*

Setelah *game* selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah mengkonversi file *game* dari *unity project* menjadi tipe *file .APK* (*Android Application Package*). Konversi *game* ke dalam bentuk *.APK* diperlukan agar *game* dapat dijalankan di *android smartphone*.

Cara untuk konversi adalah melalui menu *file* lalu pergi ke *build setting*, kemudian pilih bagian *player setting*, disana terdapat opsi untuk *XR setting* centang pada bagian *virtual reality supported* dan *vuforia augmented reality supported*. Setelah itu pada opsi *other setting* ubah *minimum API level* ke *API Level 19* (*Android Kitkat*). Untuk penamaan *package* juga harus diperhatikan formatnya.

Formatnya adalah (*.com.companyname.productname*). Setelah itu masuk ke proses *build*, tunggu sampai selesai. Lalu hasil *file .APK* yang berhasil dikonversi dapat dikirim dan di instalasi di *smartphone*. *Flowchart* konversi *game* ke format *.APK* dapat dilihat pada Gambar 3.17.

3.9 Metode Pengujian

Pengambilan data dilakukan pada subjek normal 3 orang. Semua subjek menyetujui persyaratan dari *informed consent* yang telah diberikan. Subjek berpartisipasi selama 2 hari dengan waktu latihan selama 60 menit tiap harinya. Peserta akan memegang *image target marker* pada tangan mereka.

Untuk *game* pertama Instruksi yang diberikan sebagai berikut :

1. Sekarang anda memasuki *game*, selama latihan hendaknya tetap berkonsentrasi penuh
2. Latihan ini terdiri dari 2 sesi
3. Peserta akan menerima dua *image target marker* yang telah dirotasi
4. Arahkan empat *image target marker* ke depan Anda, lalu cobalah untuk Menyusun atau rotasi gambar hingga benar
5. Jika anda berhasil maka akan muncul animasi kupu-kupu pada layar *smartphone*.
6. Kembalikan tangan anda ke posisi semula, Instruktur akan mengacak kembali *image iarget marker*. Ulangi latihan ini hingga dua kali.

7. Instruktur akan mencatat waktu permainan Anda

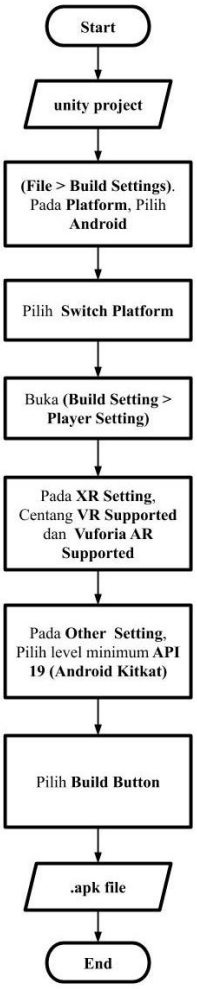
Untuk *game* kedua Instruksi yang diberikan sebagai berikut :

1. Sekarang anda memasuki *game*, selama latihan hendaknya tetap berkonsentrasi penuh
2. Latihan ini terdiri dari 2 sesi
3. Peserta akan menerima *image target marker* yang baru, dan menyuruh mereka untuk mengendalikan dengan kedua tangan mereka
4. Arahkan *image target marker* ke depan Anda, lalu cobalah untuk mengarahkan balon hingga ke tepi
5. Jika anda berhasil maka akan muncul animasi balon yang akan terjatuh.
6. Kembalikan tangan anda ke posisi semula, Instruktur akan mengacak kembali *image target marker*. Ulangi latihan ini hingga dua kali.
7. Selama permainan Instruktur akan mencatat waktu permainan Anda.

Untuk *game* ketiga Instruksi yang diberikan sebagai berikut :

1. Sekarang anda memasuki *game*, selama latihan hendaknya tetap berkonsentrasi penuh
2. Latihan ini terdiri dari 2 sesi
3. Peserta akan menerima *image target marker*
4. Arahkan *image target marker* ke depan Anda, peserta akan mengendalikan pistol yang terdeteksi oleh kamera, lalu cobalah untuk menembakkan bola ke Tembok di depan
5. Jika anda berhasil maka akan muncul animasi tembok yang akan terjatuh.
6. Kembalikan tangan anda ke posisi semula, Instruktur akan mengacak kembali *image target marker*. Ulangi latihan ini hingga dua kali.
7. Selama permainan Instruktur akan mencatat waktu permainan Anda.

Data yang diambil berupa keberhasilan pengguna dalam menjalankan *game* serta durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan *game* tersebut. Untuk perbaikan *game* kedepannya *survey* juga dilakukan ke peserta seperti menanyakan apakah mereka mengalami gejala pusing ketika menggunakan perangkat *game* ini.



Gambar 3. 17 Alur Konversi Data *Unity* ke Bentuk *.APK*

BAB IV PENGUJIAN SISTEM

4.1 Pengujian Instalasi Aplikasi Permainan *Android* di *Smartphone*

Tiga aplikasi permainan *android* diinstalasi pada *smartphone OPPO A5s*. Aplikasi ini dalam format *.APK*. Sebelumnya pada proses konversi *unity project* menuju format *.APK*, pada bagian persyaratan minimum sistem operasi dipilih *Android Kitkat*.

Aplikasi pertama berupa *game* level 1 dengan judul *Puzzle* Kupu-kupu. Aplikasi kedua berupa *game* level 2 dengan judul *Move the Baloon to The Corner* dan untuk aplikasi ketiga berupa *game* level 3 dengan judul *AR Shooter*.

Proses pemasangan aplikasi di *smartphone* memerlukan izin untuk instalasi aplikasi di luar *playstore*. Hal ini wajar terjadi, sebagai respon sistem *smartphone android* untuk menjaga keamanan.

Gambar 4.1 merupakan aplikasi *game* level 1 yang berhasil diinstalasi. Aplikasi *game* level 2 juga sudah diinstalasi ditunjukkan Gambar 4.2. Selain itu aplikasi *game* level 3 juga telah berhasil diinstalasi dapat dilihat pada Gambar 4.3. Secara pasti ketiga aplikasi berhasil diinstalasi di *smartphone* peneliti. Tidak ditemukan *error* sama sekali dalam pemasangan aplikasi.

Gambar 4. 1 Aplikasi *Game* Level 1 yang Telah Diinstalasi

Gambar 4. 2 Aplikasi *Game* Level 2 yang Telah Diinstalasi

Gambar 4. 3 Aplikasi *Game* Level 3 yang Telah Diinstalasi

4.2 Pengujian Sistem Permainan dengan Kontrol *Image Marker*

Tiga subjek normal diikutsertakan dalam sesi pengujian sistem permainan dengan kontrol *image marker*. Sesi pengujian ini telah dilakukan di kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Pada sesi ini setiap peserta melaksanakan pengujian selama sepuluh menit.

Tujuan utama pengujian ini adalah untuk mengidentifikasi apakah sistem kontrol permainan dapat berfungsi dengan optimal. Di sisi lain juga untuk mengetahui apakah peserta mampu terbiasa menggunakan sistem kontrol permainan dengan *image marker*.

Peserta diberikan dua buah *image marker* yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 dan 4.5. Tugas yang diberikan pada tiap peserta yang pertama adalah menggerakkan *image marker* untuk memunculkan objek kupu-kupu di *game*. Setelah peserta berhasil, tugas yang diberikan selanjutnya adalah mengontrol *image marker* untuk menggerakkan objek balon di *game*. Dan tugas terakhir adalah menggerakkan *image marker* untuk mengontrol objek pistol di *game*. Pada sesi pengujian ini tidak diberi batasan waktu, karena tujuan dari sesi ini hanya sebatas untuk mengukur seberapa bagus sistem aplikasi untuk mendeteksi *image marker* sebagai sistem kendali *game*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1 untuk *game* level 1, Tabel 4.2 untuk *game* level 2, dan Tabel 4.3 untuk *game* level 3.

Gambar 4. 4 *Image Marker Game* Level 1

Gambar 4. 5 *Image Marker Game* Level 2 dan 3

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sistem Kontrol *Game* Level 1

No	Jenis Kelamin	Usia	Berhasil menggerakkan *Image Marker* untuk memunculkan objek kupu-kupu di *game*
1	P	21	Ya
2	P	22	Ya
3	P	25	Ya

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sistem Kontrol *Game* Level 2

No	Jenis Kelamin	Usia	Berhasil mengontrol *Image Marker* untuk menggerakkan objek Balon di *game*
1	P	21	Ya
2	P	22	Ya
3	P	25	Ya

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sistem Kontrol *Game* Level 3

No	Jenis Kelamin	Usia	Berhasil menggerakkan *Image Marker* untuk mengontrol objek pistol di *game*
1	P	21	Ya
2	P	22	Ya
3	P	25	Ya

Gambar 4. 6 *VR Taffware Headset* yang Sudah Dimodifikasi

4.3 Pengujian Total Sistem Rehabilitasi

Tiga subjek normal diikutsertakan dalam sesi pengujian total sistem rehabilitasi. Sesi pengujian ini telah dilakukan di kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Pada sesi ini setiap peserta melaksanakan pengujian selama dua hari berturut-turut. Dalam satu hari masing-masing peserta menjalankan uji coba selama tiga puluh lima menit. Hari pertama merupakan fase *Pre-test* sedangkan hari kedua adalah fase *Post-test*.

Peserta mengenakan *Taffware virtual reality headset* yang sudah dipasangkan *smartphone OPPO A5s* di dalamnya, ditunjukkan pada Gambar 4.6. Peneliti membantu menyesuaikan posisi *VR headset*, untuk memastikan kenyamanan subjek. Setelah itu, peserta menjalani simulasi dalam posisi duduk.

Tujuan utama pengujian ini adalah untuk mengukur seberapa jauh sistem rehabilitasi dalam meningkatkan fungsi kognitif dan motorik dari subjek yang dilibatkan. Parameter yang digunakan adalah keberhasilan peserta dalam menyelesaikan misi serta durasi waktu yang digunakan untuk permainan.

Dua level *game* pertama merupakan bagian *game* yang dicanangkan untuk meningkatkan fungsi kognitif peserta. Sementara itu untuk level terakhir diperuntukkan untuk meningkatkan fungsi motorik peserta. Pengujian untuk setiap level dilakukan repetitif dua kali. Penjelasan mengenai pengujian untuk tiap level *game* akan dibahas secara rinci di sub bab berikutnya.

4.3.1 Pengujian *Game* Level 1 "*Puzzle* Kupu-Kupu"

Uji coba terhadap tiga subjek normal telah dilakukan. Instruksi yang diberikan kepada peserta adalah sama baik untuk fase *Pre-test* ataupun fase *Post-test*. Pengujian untuk *game* level 1 berlangsung selama 10 menit setiap harinya. Pada pengujian ini peserta diberikan tugas untuk dapat menampilkan objek kupu-kupu pada *image target marker* yang direkognisi kamera. Tujuan utama pengujian ini untuk mengukur durasi serta kapabilitas peserta dalam menyelesaikan *puzzle* kupu-kupu.

Pertama-tama peserta berada dalam posisi simulasi total yakni duduk rileks. Kemudian dipasangkan *VR headset*. Ketika peserta sudah cukup nyaman dan rileks. Peneliti memberikan instruksi bagaimana *game* level pertama harus dikerjakan.

Instruksi berupa peserta diwajibkan untuk menyelesaikan misi. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya misi berupa menampilkan objek kupu-kupu dengan jalan mengatur posisi dan rotasi dari *image marker* yang diberikan. Setelah peserta sudah mengerti, peneliti memberikan *image marker* yang ditunjukkan pada Gambar 4.4. Tentunya posisi *image marker* yang diberikan ke peserta sudah dirotasi secara acak.

Ketika *image marker* sudah berada di tangan peserta, peneliti akan memberikan notifikasi agar peserta bersiap karena *game* segera dimulai. Sebelumnya juga telah diberitahu bahwa peserta diperbolehkan untuk beristirahat

apabila merasa pusing selama menjalani sesi uji coba ini. Ketika *game* sudah dimulai, peneliti memberikan dukungan semangat agar peserta tetap termotivasi untuk menjalani serangkaian uji coba *game*. Selain itu, tentu saja peneliti merekap skor durasi waktu peserta untuk menyelesaikan permainan.

Pada sesi uji coba ini dilakukan repetitif dua kali. Setelah peserta berhasil menyusun *puzzle* pada percobaan pertama, diberi jeda 30 detik sebelum melanjutkan ke percobaan selanjutnya. Di percobaan kedua, peneliti kembali mengacak posisi rotasi dari *image marker*.

Setelah peserta berhasil menyelesaikan level pertama, peserta diperbolehkan untuk beristirahat terlebih dahulu selama tiga menit, sebelum melanjutkan ke level selanjutnya. Hasil pengujian *game* level 1 dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5.

4.3.2 Pengujian *Game* Level 2 "*Move The Ballon to The Corner*"

Telah dilakukan pengujian ke tiga subjek normal. Instruksi yang diberikan kepada peserta adalah sama baik untuk fase *pre-test* ataupun fase *post-test*. Pengujian untuk *game* level 2 berlangsung selama 10 menit setiap harinya. Setiap percobaan, subjek melakukan *game* level 2 repetitif sebanyak dua kali.

Pada pengujian ini peserta diberikan tugas untuk dapat mengerakkan objek balon melewati rintangan menuju ke ujung area. Tujuan utama pengujian ini untuk mengukur durasi serta kapabilitas peserta dalam mencari jalan keluar melewati rintangan atau memecahkan masalah yang ada pada *game* (*problem solving)*.

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian *Game* Level 1 Hari Pertama (*Pre-Test*)

No	Usia	Jenis Kelamin	Durasi Percobaan 1 (Detik)	Durasi Percobaan 2 (Detik)
1	21	P	18	15
2	22	P	20	16
3	25	P	21	20

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian *Game* Level 1 Hari Kedua *(Post-Test)*

No	Usia	Jenis Kelamin	Durasi Percobaan 1 (Detik)	Durasi Percobaan 2 (Detik)
1	21	P	17	16
2	22	P	15	16
3	25	P	16	17

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian *Game* Level 2 Hari Pertama (*Pre-Test*)

No	Usia	Jenis Kelamin	Durasi Percobaan 1 (Detik)	Durasi Percobaan 2 (Detik)
1	21	P	30	25
2	22	P	31	25
3	25	P	29	26

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian *Game* Level 2 Hari Kedua (*Post-Test*)

No	Usia	Jenis Kelamin	Durasi Percobaan 1 (Detik)	Durasi Percobaan 2 (Detik)
1	21	P	24	24
2	22	P	24	23
3	25	P	26	25

Sama seperti uji sebelumnya, pertama-tama peserta berada dalam posisi simulasi total dengan duduk rileks. Kemudian dipasangkan *VR headset*. Ketika peserta sudah cukup nyaman dan rileks. Peneliti memberikan instruksi bagaimana *game* level pertama harus dikerjakan.

Instruksi berupa peserta diwajibkan untuk mencarikan jalan keluar untuk objek balon yang berada dalam rintangan, caranya adalah dengan mengatur posisi dan rotasi dari *image marker* yang diberikan. Setelah peserta sudah mengerti, peneliti memberikan *image marker* seperti pada Gambar 4.5.

Peneliti akan memberikan notifikasi *game* segera dimulai ketika *image marker* sudah berada di tangan peserta. Sebelumnya juga telah diberitahu bahwa peserta diperbolehkan untuk beristirahat apabila merasa pusing selama menjalani sesi uji coba ini. Ketika *game* sudah dimulai, peneliti memberikan dukungan semangat agar peserta tetap termotivasi untuk menjalani serangkaian uji coba *game*. Selain itu, tentu saja peneliti merekap skor durasi waktu peserta untuk menyelesaikan permainan.

Pada sesi uji coba ini dilakukan repetitif dua kali. Setelah peserta berhasil menyelesaikan misi pada percobaan pertama, diberi jeda 30 detik sebelum melanjutkan ke percobaan selanjutnya. Setelah peserta berhasil menyelesaikan level kedua, peserta diperbolehkan untuk beristirahat terlebih dahulu selama tiga menit, sebelum melanjutkan ke level selanjutnya. Hasil pengujian *game* level 2 dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7.

4.3.3 Pengujian *Game* Level 3 "*AR Shooter*"

Pengujian kepada tiga subjek normal telah dilaksanakan. Instruksi yang diberikan kepada peserta adalah sama baik untuk fase *pre-test* ataupun fase *post-*

test. Pengujian untuk *game* level 3 berlangsung selama 15 menit setiap harinya. Setiap percobaan, subjek melakukan *game* level 3 repetitif sebanyak dua kali.

Pada pengujian ini peserta diberikan tugas untuk dapat menggerakkan objek pistol untuk menjatuhkan objek tembok yang ada di depan. Tujuan utama pengujian ini untuk mengukur durasi serta melatih kemampuan motorik peserta khususnya pada tangan bagian kanan.

Sama seperti uji sebelumnya, pertama-tama peserta berada dalam posisi simulasi total yakni posisi duduk dengan rileks. Kemudian dipasangkan *VR headset*. Ketika peserta sudah cukup nyaman dan rileks. Peneliti memberikan instruksi bagaimana *game* level pertama harus dikerjakan.

Instruksi berupa peserta diwajibkan untuk menembakkan peluru ke dinding yang berada di depan pemain, caranya adalah dengan mengatur posisi dan menggerakkan *image marker* yang sudah diberikan. Setelah peserta sudah mengerti, peneliti memberikan *image marker* seperti pada Gambar 4.5.

Peneliti akan memberikan notifikasi *game* segera dimulai ketika *image marker* sudah berada di tangan peserta. Sebelumnya juga telah diberitahu bahwa peserta diperbolehkan untuk beristirahat apabila merasa pusing selama menjalani sesi uji coba ini. Ketika *game* sudah dimulai, peneliti memberikan dukungan semangat agar peserta tetap termotivasi untuk menjalani serangkaian uji coba *game*. Selain itu, tentu saja peneliti merekap skor durasi waktu peserta untuk menyelesaikan permainan.

Pada sesi uji coba ini dilakukan repetitif dua kali. Setelah peserta berhasil menyelesaikan misi pada percobaan pertama, diberi jeda dua menit sebelum melanjutkan ke percobaan selanjutnya.

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian *Game* Level 3 Hari Pertama (*Pre-Test*)

No	Usia	Jenis Kelamin	Durasi Percobaan 1 (Detik)	Durasi Percobaan 2 (Detik)
1	21	P	18	18
2	22	P	17	14
3	25	P	18	16

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian *Game* Level 3 Hari Kedua (*Post-Test*)

No	Usia	Jenis Kelamin	Durasi Percobaan 1 (Detik)	Durasi Percobaan 2 (Detik)
1	21	P	18	15
2	22	P	15	14
3	25	P	17	15

Setelah peserta berhasil menyelesaikan level ketiga. Peneliti memberikan apreasiasi kepada peserta yang telah berhasil menjalankan semua misi *game*. Hasil pengujian *game* level 3 dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

4.4 *Survey* Kepuasan Pemain

Survey kepuasan terhadap subjek diberikan seusai uji coba *game* dilaksanakan. *Survey* diberikan berupa kuisioner guna untuk mengukur seberapa baik performa dari sistem *game* rehabilitasi yang telah dibuat. Selain itu pula, *survey* juga diperuntukkan untuk memperbaiki sistem kedepannya. Pertanyaan untuk *survey* kepuasan peserta hendaknya komprehensif juga dapat merepresentasikan mengenai seluruh sistem yang telah di uji coba. Kuisioner diisi dari nilai 1 sampai dengan 5. Peserta dihimbau agar menilai serangkaian hasil pengujian rehabilitasi se-objektif mungkin. Hasil *survey* dapat dilihat pada Tabel 4. 10.

Tabel 4. 10 Hasil *Survey* Kepuasan Peserta Skala Nilai 1 s.d. 5

No	Usia	Jenis Kelamin	Kriteria	Nilai
1	21	P	Game level 1 menyenangkan	3
			Game level 2 menyenangkan	4
			Game level 3 menyenangkan	3
			Desain Lingkungan Permainan secara keseluruhan	3
			Pusing atau tidak nyaman dengan perangkat	3
			Sistem kendali permainan mudah dioperasikan	4
			Termotivasi atau penasaran untuk level game selanjutnya	4
2	22	P	Game level 1 menyenangkan	3
			Game level 2 menyenangkan	4
			Game level 3 menyenangkan	4
			Desain Lingkungan Permainan secara keseluruhan	4
			Pusing atau tidak nyaman dengan perangkat	3
			Sistem kendali permainan mudah dioperasikan	4
			Termotivasi atau penasaran untuk level game selanjutnya	4
3	25	P	Game level 1 menyenangkan	2
			Game level 2 menyenangkan	3
			Game level 3 menyenangkan	3
			Desain Lingkungan Permainan	4
			Pusing atau tidak nyaman dengan perangkat	2
			Sistem kendali permainan mudah dioperasikan	4
			Termotivasi atau penasaran untuk level game selanjutnya	4

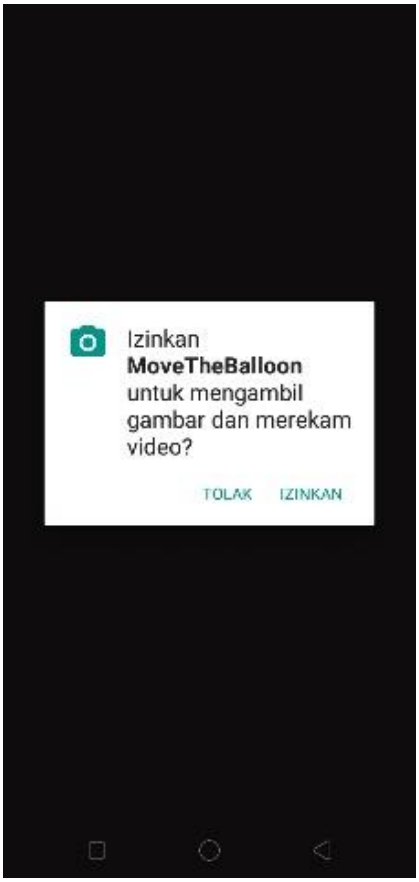
BAB V PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian Instalasi Aplikasi Permainan di *Smartphone*

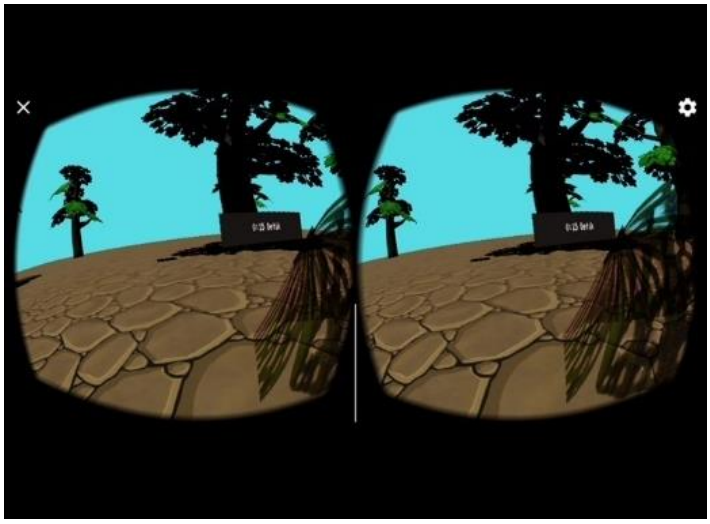
Dari hasil pengujian ketiga aplikasi permainan berhasil di instalasi di *smartphone* peneliti. Ketiga aplikasi memang sengaja dibuat dengan minimum sistem operasi *Android KitKat*. Sebab, dengan sistem operasi demikian adalah syarat minimal suatu *game* kompatibel untuk bisa dioperasikan pada *VR headset.*

Tidak ada ada kendala yang terjadi menyangkut masalah minimum sistem operasi pada *smartphone* peneliti. Hal ini tidak lain dikarenakan spesifikasi dari *smartphone* sudah mendukung sistem operasi *Android Oreo.* Yang mana seperti yang telah diketahui *Android Oreo* adalah versi sistem operasi yang lebih terbaharui jika dibandingkan dengan *Android Kitkat*.

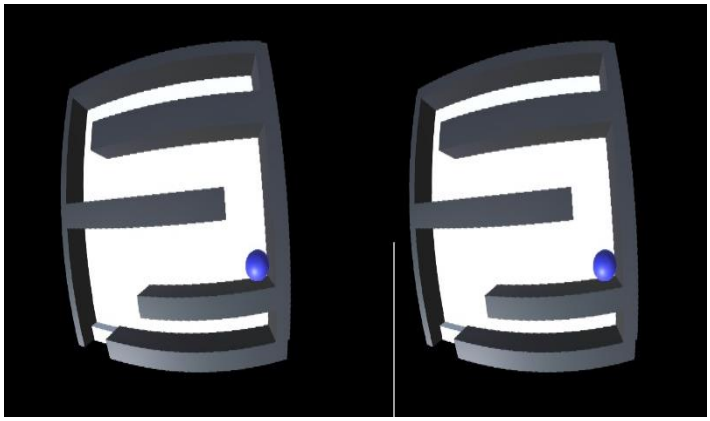
Setiap aplikasi ketika pertama kali dijalankan akan menampilkan notifikasi untuk memberikan izin menggunakan kamera, ditunjukkan pada Gambar 5.1. Hal ini mengindikasikan sebagai tahap awal sistem berhasil menjadi media untuk merekognisi *image marker* menjadi sistem kendali *game* nantinya.



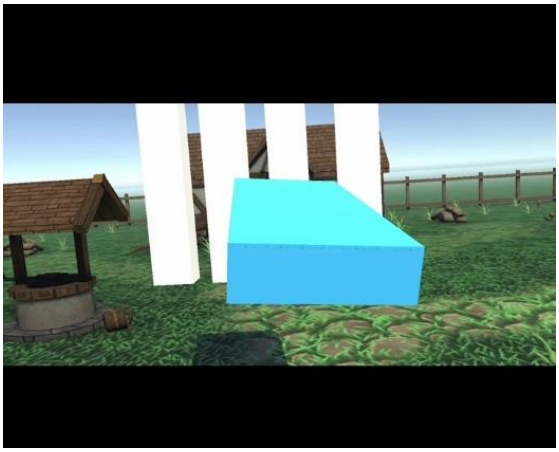
Gambar 5. 1 Notifikasi Awal *Game* Ketika Pertama Kali di *Launch*



Gambar 5. 2 Hasil Pengujian Instalasi *Game* Level Satu



Gambar 5. 3 Hasil Pengujian Instalasi *Game* Level Dua



Gambar 5. 4 Hasil Pengujian Instalasi *Game* Level Tiga

Hasil pengujian instalasi untuk *game* level pertama ditunjukkan pada Gambar 5.2. Ketika kamera deteksi *image marker*, muncul gambar animasi kupu-kupu di layar. Hasil pengujian *game* level dua ditunjukkan pada Gambar 5.3. Terdapat animasi balon dan rintangan ketika *image marker* terdeteksi kamera. Sementara itu, Hasil pengujian instalasi *game* level tiga ditunjukkan pada gambar 5.4. *image marker* yang berhasil terdeteksi dan diterjemahkan menjadi objek *game*, menjadi indikasi bahwa aplikasi terinstalasi dan bekerja dengan baik.

5.2 Hasil Pengujian Sistem Permainan dengan Kontrol *Image Marker*

Setelah dilakukan pengujian, teridentifikasi beberapa masalah dan *bugs* pada aplikasi. Namun, *bugs* tersebut tidak terlalu mengganggu pada hasil permainan (skor *game*). Semua *bugs* sudah diperbaiki.

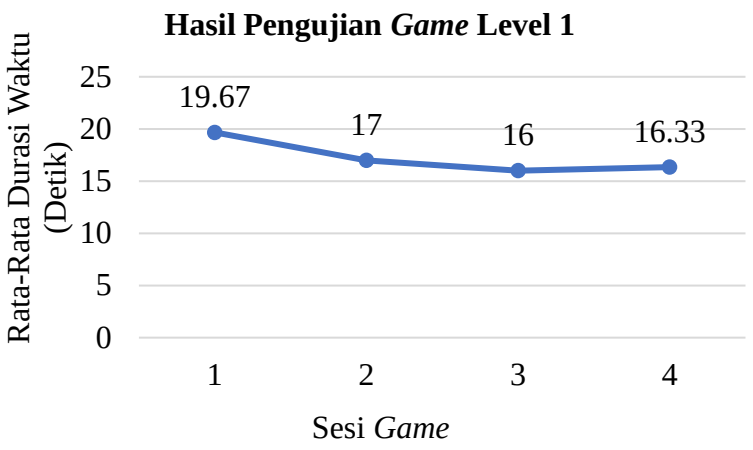
Partisipan mengaku *smartphone* yang digunakan sedikit berat untuk kepala mereka. Bagaimanapun juga, hal ini tidak terlalu mengganggu pada hasil permainan (skor *game*). Berdasarkan pengamatan direkomendasikan untuk menggunakan *smartphone* dengan berat kurang dari 170 gram.

Sistem kendali *game* berbasis *image marker* mudah digunakan dan efektif secara intuitif, bagaimanapun juga *image marker* hanyalah gambar 2 dimensi yang dicetak di kertas. Sehingga tidak menutup kemungkinan kamera tidak merekognisi *image marker* dalam beberapa saat. Ketika hal ini terjadi, peneliti membantu peserta untuk menyesuaikan *image marker* pada posisi yang dapat dideteksi oleh kamera. Terlepas dari masalah ini, hal ini tidak sering terjadi, dan sistem kendali yang diusulkan dalam pekerjaan ini terbukti efektif selama sesi dan terkait dengan hasil akhir, khususnya karena tidak ada peserta yang mengalami kesulitan untuk memahami bagaimana menggunakan sistem kendali *game* berbasis *image marker*.

Keunggulan lainnya adalah, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, *image marker* hanya dibuat dari gambar dua dimensi yang dicetak di atas kertas. Dengan adanya kontrol *game* berbasis *image marker* ini, dapat tercipta sistem rehabilitasi dengan biaya cukup rendah, sehingga lebih unggul dari segi ekonomis.

Tabel 5. 1 Hasil Pengujian *Game* Level Satu Terhadap Waktu (Detik)

Statistik	Sesi Game	
	Pre Test	*Post Test*
Mean	18,333	16,167
Standar Deviasi	2,422	0,753
Margin of Error	1,398	0,435



Gambar 5. 5 Rata-Rata Waktu yang Didapat dari Hasil Uji *Game* Level 1

5.3 Hasil Pengujian *Game* Level 1 "*Puzzle* Kupu-Kupu"

Game level 1 adalah membuat *puzzle* kupu-kupu. Menurut penelitian sebelumnya, *game* dengan genre *puzzle* dapat meningkatkan fungsi kognitif pada suatu individu. Karena alasan inilah peneliti membuat *game* level pertama berbasis *puzzle*. Dari semua sesi *game* yang ada, peserta tidak terlalu menemukan kesulitan dalam memahami ataupun menyelesaikan level *game* ini.

Pada akhir pengujian, data berupa skor peserta dianalisis untuk memverifikasi jika ada suatu peningkatan kognitif berkenaan dengan kinerja subjek. Secara keseluruhan, terlihat perkembangan pada kemampuan peserta untuk menyelesaikan tugas serta durasi waktu yang dihabiskan menjadi lebih singkat.

Pada fase *game pre-test* rata-rata waktu yang dihabiskan peserta sekitar 18,333 detik, dan setelah intervensi, rata-rata waktu yang digunakan pada fase *post-test* sekitar 16,167 detik. Hal ini merepresentasikan bahwa rata-rata durasi peserta untuk dapat menyelesaikan permainan menjadi lebih singkat. Data ini dapat diverifikasi pada Tabel 5.1. Tabel 5.1 memberikan rincian data terhadap waktu berupa mean, standar deviasi, dan *margin error*.

Selain itu, untuk mengukur seberapa jauh perkembangan kognitif yang sudah terjadi, juga dapat diamati melalui data hasil percobaan yang ditunjukkan grafik pada Gambar 5.4. Dari empat sesi *game* yang sudah dilaksanakan yakni 2 kali percobaan pada fase *pre-test* dan dua kali percobaan pada fase *post-test*. Pada grafik dapat dilihat rata-rata durasi waktu yang dibutuhkan peserta condong menurun atau lebih sedikit seiring waktu. Hal ini merepresentasikan bahwa peserta semakin terbiasa untuk dapat menyelesaikan *puzzle* dengan cepat dan singkat.

Dari keseluruhan data yang didapat, hal ini mengindikasikan bahwa penelitian mengenai rehabilitasi berbasis *game VR* dengan kontrol *image marker* terbukti cukup efektif untuk meningkatkan fungsi kognitif.

5.4 Hasil Pengujian *Game* Level 2 "*Move The Balloon to The Corner*"

Game level 2 mengharuskan peserta agar mampu memindahkan objek balon ke ujung. *Game* level ini memiliki tingkat kesulitan lebih tinggi jika dibandingkan dengan level 1. Hal ini memang didasarkan pada teori *flow*, dimana terdapat korelasi tinggi antara tantangan dan kemampuan. Ketika tantangan lebih kecil, suatu individu menjadi lebih cepat bosan. Padahal perasaan gembira merupakan kunci untuk membuat subjek untuk tetap fokus dan perhatian pada *game* [29]. Untuk itu penting untuk menjaga kesetimbangan antara kemampuan dan tantangan.

Indikasi *game* memiliki tingkat tantangan lebih tinggi, dibuktikan dengan rata-rata durasi waktu yang dihabiskan peserta pada level ini lebih lama jika dibandingkan dengan rata-rata durasi waktu pada level satu. Seperti yang terlihat pada Tabel 5.1 dan 5.2, pada fase *pre-test*, rerata waktu yang dibutuhkan pada level 1 hanya 18,333 detik, sementara itu pada level 2 memerlukan setidaknya 27,667 detik. Walaupun durasi waktu yang diperlukan peserta pada level 2 lebih lama, bukan berarti peserta tidak mampu untuk menyelesaikan *game* ini dengan baik.

Hasil pengujian *game* level 2 dianalisis untuk memverifikasi jika ada suatu peningkatan kognitif berkenaan dengan kinerja subjek. Untuk mengukur seberapa jauh perkembangan kognitif yang sudah terjadi dapat diamati melalui data hasil percobaan yang ditunjukkan Tabel 5.2.

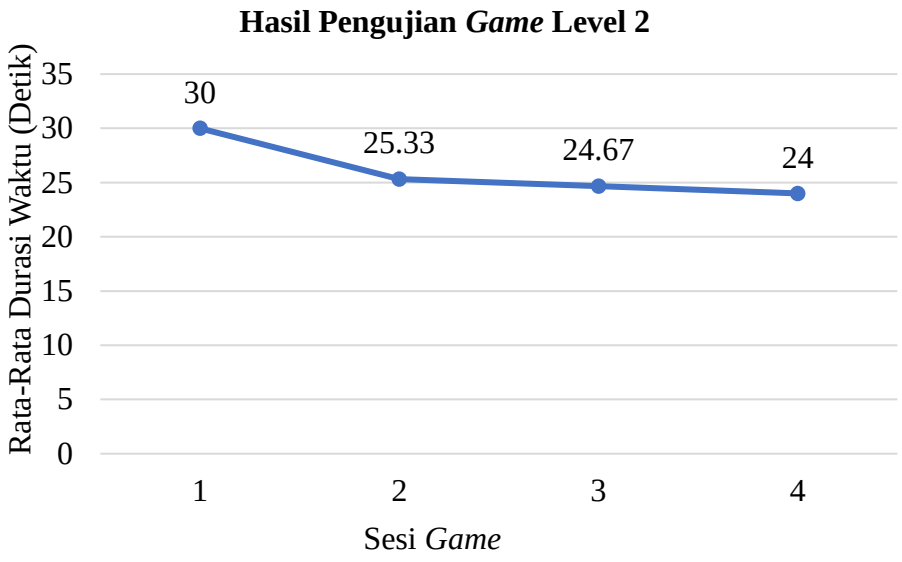
Tabel 5.2 menunjukkan pengujian *game* level dua terhadap waktu berisikan data mean, standar deviasi, serta *margin error*. Pada fase *pre-test* rerata durasi waktu yang dihabiskan pada *game* level dua adalah 27,677 detik, sementara itu pada fase *post-test* selama 24,333 detik. Hal ini mengindikasikan bahwa peserta mampu menyelesaikan permainan dengan waktu lebih cepat di setiap sesi.

Plot data skor ke dalam bentuk grafik pada Gambar 5.5 juga dilakukan untuk menggambarkan seberapa jauh kemampuan peserta dalam menyelesaikan *game*. Grafik menunjukkan rerata waktu yang dihabiskan peserta dalam empat sesi *game* yang ada. Kurva grafik lebih condong menurun setiap sesi *game* yang berlangsung, hal ini mengindikasikan bahwa peserta mampu untuk menyelesaikan *game* dengan durasi menjadi semakin singkat di setiap sesi.

Dari keseluruhan data yang didapat, hal ini mengindikasikan bahwa level *game* dua dengan judul "*Move The balloon to The corner"* terbukti cukup efektif untuk meningkatkan fungsi kognitif.

Tabel 5. 2 Hasil Pengujian *Game* Level Dua Terhadap Waktu (Detik)

Statistik	Sesi Game	
	Pre Test	*Post Test*
Mean	27,667	24,333
Standar Deviasi	2,659	1,033
Margin of Error	1,535	0,593



Gambar 5. 6 Rata-Rata Waktu yang Didapat dari Hasil Uji *Game* Level 2

5.5 Hasil Pengujian *Game* Level 3 "*AR Shooter*"

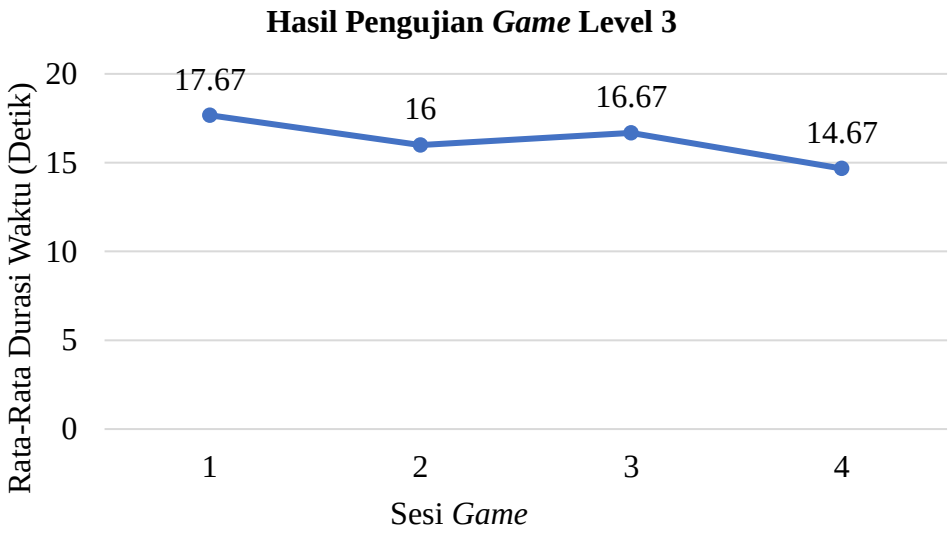
Game level 3 memiliki *genre FPS* (*First-Person Shooter*) sederhana. Pada level ini, ditambahkan *scene* lingkungan bernuansa animasi pedesaan yang dapat diunduh gratis di *unity store*. Hal ini diperuntukkan untuk mempertahankan motivasi peserta dalam proses rehabilitasi. Salah satu cara untuk meningkatkan motivasi adalah dengan menarik fokus peserta dengan pengalihan yang menarik (desain visual *game*). *Game* level 3 berfungsi untuk meningkatkan fungsi motorik peserta, secara khusus pada bagian tangan subjek. Data skor *game* direkap untuk dapat mengukur seberapa jauh perkembangan fungsi motorik.

Tabel 5.3 menunjukkan pengujian *game* level tiga terhadap waktu berisikan data mean, standar deviasi, serta *margin error*. Pada fase *pre-test* rerata durasi waktu yang dihabiskan pada *game* level tiga adalah 16,833 detik, sementara itu pada fase *post-test* selama 15,667 detik. Hal ini mengindikasikan bahwa peserta mampu menyelesaikan permainan dengan waktu lebih cepat di setiap sesi.

Untuk mengukur seberapa jauh perkembangan motorik yang sudah terjadi juga dapat diamati melalui plot data hasil percobaan ke dalam bentuk grafik pada Gambar 5.6. Grafik menunjukkan rerata waktu yang dihabiskan peserta dalam empat sesi *game* yang ada. Kurva grafik terlihat menurun setiap sesi *game* yang berlangsung, ini berarti peserta mampu untuk menyelesaikan *game* dengan durasi lebih cepat di setiap sesi. Selain menunjukkan durasi *game* yang lebih singkat, juga dapat diartikan bahwa peserta melakukan sedikit kesalahan menembak target seiiring berjalannya waktu. Kesalahan yang semakin berkurang ini menunjukkan adanya perkembangan koordinasi tangan yang baik dari peserta.

Tabel 5. 3 Hasil Pengujian *Game* Level Tiga Terhadap Waktu (Detik)

Statistik	Sesi Game	
	Pre Test	*Post Test*
Mean	16,833	15,667
Standar Deviasi	1,602	1,505
Margin of Error	0,925	0,869



Gambar 5. 7 Rata-Rata Waktu yang Didapat dari Hasil Uji *Game* Level 3

Dari semua data yang telah dianalisis, *game* level tiga mengindikasikan bahwa fungsi motorik peserta meningkat, dengan adanya perkembangan koordinasi tubuh, khususnya bagian tangan kanan dari subjek selama mengikuti sesi latihan yang ada.

5.6 Hasil Pengujian *Survey* Kepuasan Peserta

Survey telah dilakukan kepada tiga subjek normal yang sudah menjalani serangkaian proses pengujian sistem rehabilitasi. Tingkat skala kepuasan yang diberikan berkisar dari angka 1 sampai dengan 5. Angka 1 untuk sangat tidak puas, 2 untuk kurang puas, 3 untuk cukup puas, 4 untuk puas, dan 5 mengindikasikan sangat puas. Data yang telah didapat dihitung rata-ratanya, data dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Untuk *game* level pertama dan ketiga nilai rata-rata yang didapat adalah 3, berarti tingkat kepuasan peserta adalah sedang. Sementara itu, *game* level kedua nilai rata-rata yang diperoleh berkisar 4. Hal ini mengindikasikan bahwa level *game* yang paling disukai peserta adalah *game* level dua. Untuk itu, memperbaiki desain

game level pertama dan ketiga dirasa diperlukan untuk meningkatkan kepuasan peserta.

Desain visual lingkungan mendapat nilai rata-rata 3.67 ini berarti tingkat kepuasan peserta adalah sedang. Selanjutnya keadaan peserta saat mengenakan perangkat hingga akhir apakah mengalami pusing atau tidak, nilai rata-rata yang didapat adalah 2.67, ini mengindikasikan bahwa peserta cukup mengalami pusing ketika mengenakan perangkat hingga akhir. Namun hal ini tidak terlalu mengganggu performa pemain untuk mencetak skor dengan lebih baik. Peserta mengaku perangkat *smartphone* terasa sedikit terlalu berat ketika digunakan hingga akhir pelatihan. Kedepannya, opsi mengganti *smartphone* dengan bobot kurang dari 170 gram juga bisa menjadi pertimbangan untuk memperbaiki sistem kedepannya.

Peserta juga ditanyakan mengenai seberapa mudah menggunakan sistem kendali *game* berbasis *image marker*, dari nilai rata-rata yang didapat adalah 4. Ini merepresentasikan bahwa peserta puas dengan sistem kendali *game* yang mereka gunakan. Nilai rata-rata 4 juga didapat ketika peserta ditanyakan apakah mereka penasaran untuk level *game* selanjutnya. Hal ini mengindikasikan peserta puas atau termotivasi dalam menantikan serangkaian level *game* rehabilitasi ini.

Tabel 5. 4 Hasil Nilai Rata-Rata *Survey* Kepuasan Peserta (1-5)

No	Kriteria	Nilai Rata-Rata
1	Game level 1 menyenangkan	3
2	Game level 2 menyenangkan	4
3	Game level 3 menyenangkan	3
4	Desain Lingkungan Permainan secara keseluruhan	3,67
5	Pusing atau tidak nyaman dengan perangkat	2,67
6	Sistem kendali permainan mudah dioperasikan	4
7	Termotivasi atau penasaran untuk level game selanjutnya	4

BAB VI KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Pada penelitian tugas akhir ini diusulkan sebuah metode *virtual reality* untuk meningkatkan fungsi kognitif dan motorik bagi penderita disabilitas intelektual. Juga dicetuskan metode kontrol *game* dengan rekognisi *image marker* untuk memudahkan interaksi pengguna dengan lingkungan *VR*.

Beberapa keuntungan dari sistem yang diusulkan diantaranya adalah berbiaya rendah, sebab hanya menggunakan *mid-range smartphone, VR headset,* serta *image marker* yang dicetak di kertas *HVS*.

Pengujian dilakukan dengan melibatkan tiga subjek normal. Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan beberapa hal mengenai performa aplikasi permainan, *VR headset* yang dikenakan, dan keseluruhan performa sistem rehabilitasi yang diusulkan. Aplikasi permainan berhasil diinstalasi dan dijalankan pada *smartphone*. *VR headset* dapat menambahkan efek menyenangkan dengan lingkungan virtual yang dirasakan peserta. Sistem kontrol berbasis rekognisi *image marker* dapat digunakan dengan tingkat keberhasilan 100%, sehingga membuktikan bahwa sistem kontrol yamg diusulkan tersebut intuitif dan mudah untuk dipelajari.

Tiga level *game* dibuat untuk meningkatkan fungsi kognitif dan koordinasi motorik kasar dari peserta. Level pertama dan kedua merupakan *game* untuk memperbaiki fungsi kognitif peserta. Sementara itu, pada level ketiga untuk meningkatkan fungsi koordinasi motorik peserta. *Mean error* durasi waktu peserta dalam detik untuk level pertama dari 18,33±1,395 menjadi 16,17±0,435, level kedua 27,67±1,535 menjadi 24,33±0,593, level ketiga dari 16,83±0,925 menjadi 15,67±0,869. Peserta mampu menyelesaikan latihan dengan durasi permainan yang lebih singkat, serta kesalahan yang dibuat semakin sedikit mengindikasikan terdapat perkembangan kognitif dan motorik pada peserta. Peserta mampu mengalami penurunan penggunaan durasi waktu setelah pembiasaan. Hasil skor yang didapat oleh subjek normal, dapat dijadikan sebagai acuan keberhasilan bagi subjek disabilitas intelektual untuk penelitian selanjutnya.

Peningkatan tersebut dapat dikaitkan dengan adanya peningkatan atensi peserta selama keterlibatan pelatihan *VR*. Sebagaimana dinyatakan dalam Brenner [30], proses atensi dianggap sebagai komponen dasar dari fungsi kognitif dan motorik. Sifat imersif dan interaktif dari metode berbasis *VR* memberi pengalaman yang menyenangkan bagi para peserta, memotivasi mereka untuk lebih terlibat dalam tugas yang disediakan [2].

Pada kuisioner mengenai sistem kontrol *game*, hasil *survey* bernilai 4, menunjukkan peserta dapat dengan mudah memahami dan mengendalikan sistem kontrol yang dibuat. Selanjutnya, hasil *survey* juga menunjukkan bahwa *game* level dua paling digemari. Selain itu, *survey* juga menunjukkan bahwa peserta antusias dan penasaran untuk menanti level *game* selanjutnya. Hal ini merupakan kunci

sukses suatu sistem rehabilitasi *game*, yakni ketika mampu untuk terus menarik minat dan perhatian peserta pelatihan terhadap sistem itu. Sementara itu, pada hasil efek samping penggunaan *VR*, peserta mengaku cukup pusing selepas pelatihan, peserta mengaku hal ini tidak terlepas dari bobot *smartphone*. Untuk itu kedepannya, dapat diganti dengan jenis *smartphone* dan *VR* dengan ukuran yang lebih ringan.

6.2 Rencana Pengembangan

Untuk penelitian kedepan, penyediaan fitur yang baru dan perbaikan sistem secara pasti sangat penting untuk mendapat hasil yang lebih akurat. Hasil yang lebih akurat ditandai dengan mengikutsertakan subjek dengan disabilitas intelektual. Pada penelitian ini, hal tersebut tidak dapat dilakukan karena masih berada dalam bahaya *Covid-19*, sehingga tidak memungkinkan untuk melibatkan subjek yang menderita disabilitas intelektual, setelah menimbang dari banyaknya resiko yang ada. Selanjutnya, untuk memperbaiki sistem rehabilitasi kedepannya, juga dapat dipilih jenis *smartphone* dengan mempertimbangkan bobot yang lebih ringan. Sehingga gangguan pusing bisa sedikit dikurangi. Selain itu, Pemilihan jenis *VR* yang sudah memiliki fitur lubang untuk kamera juga bisa menjadi opsi untuk memudahkan dalam pembuatan sistem *VR headset* yang terpadu secara keseluruhan. Terakhir, membuat sistem *game* dengan mengintegrasikan *machine learning* juga memungkinkan untuk mendapat evaluasi otomatis berdasarkan data yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Luckasson, Ruth, et al., "Mental Retardation: Definition, Classification, and Systems of Supports", ***American Association on Mental Retardation (AAMR)***, Vol.41, Hal. 135 - 140, 2002.

[2] Cunha, R.D, "Virtual Reality as An Assistive Technology to Support the Cognitive Development of People with Intellectual and Multiple Disabilities", ***Tesis***, Program S2 Ilmu Komputer, Universitas Federal Juiz de Fora, Brazil, 2018.

[3] Shree, Abha and Parag C. Shukla, "Intellectual Disability : Definition, Classification, Causes and Characteristics". ***An International Journal of Educational and Social Development***, Vol.7, Hal. 9-20, 2016.

[4] Butler, Robert, "***Cognitive Rehabilitation***", Hal. 444 - 464, Cambridge : Cambridge University Press, 2007.

[5] Rizzo,A.A. et al., "Virtual reality and Cognitive Assessment. Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology: Cognitive, Clinical and Methodological Issues in Assessment and Rehabilitation", ***Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology***, Vol. 44, Hal. 123, 1997.

[6] Brooks, et al., "An Evaluation of The Efficacy of Training People with Learning Disabilities in a Virtual Environment. Disability and Rehabilitation", ***Disability and Rehabilitation***, Vol. 24, Hal. 622-626, 2002.

[7] Bruckhelmer,A.D, et al., "A 3D Virtual Rehabilitation Game", ***IEEE. Virtual and Augmented Reality, 14th Symposium***, Hal. 182-190, 2012.

[8] …, "***Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders***", American Psychiatric Association, Washington DC, 2016.

[9] …, "***Definition of Intellectual Disability***", http://aaidd.org/intellectual disability/definition, diakses pada 8 September 2019.

[10] Wehman, P, "***Exceptional Individuals in School, Community, and Work***", Tx : Pro-ED, Austin, 1997.

[11] Vakil, E., Shelef-Reshef, E., & Levy,-Shiff, R, "Procedural and Declarative Memory Processes: Individuals With and Without Mental Retardation", ***American Journal on Mental Retardation***, Vol. 102, Hal. 147-160, 1997.

[12] Bernie-Smith, M., Patton, J. R., & Kim, S, "***Mental Retardation***", 7th Edition, NJ: Pearson Education, Italia, 2006.

[13] Kittler, P., Krinsky-McHale, S. J., & Devenny, D. A, "Semantic and Phonological Loop Effects on Visual Working Memory in Middle-Age Adults with Mental Retardation", ***American Journal on Mental Retardation***, Vol. 109, Hal. 467-480, 2004.

[14] Westling, D., & Fox, L. "***Teaching Students with Severe Disabilities***". 3rd Edition, NJ: Merrill/ Prentice Hall, New Jersey, 2004.

[15] Saunders, M. D, "Who's Getting The Message? Teaching Exceptional

Children", ***Learning Community : An International Journal on Educational and Social Development,*** Vol. 33, Hal. 70-74, 2001.

[16] Hardman, M. L., Drew, C. J. & Egan, M. W, "***Human Exceptionality: School, Community and Family***", Boston: Houghton Mifflin Company, 2008.

[17] Sternberg, R. J, "***Cognitive Psychology***", 3rd Edition, Florence, KY: Wadsworth, 2003.

[18] Erez, G., & Peled, I, "Cognition and Metacognition: Evidence of Higher Thinking in Problem Solving of Adolescents with Mental Retardation", ***Education and Training in Mental Retardation and Developmental Disabilities***, Vol. 36, Hal. 83-93, 2001.

[19] Browder, D. M., Ahlgrim-Delzell, L. A., Courtade-Little, G., & Snell, M. E. "***Introduction to Students with Severe Disabilities***", 6th Edition, NJ: Merrill/Prentice Hall, Hal. 489-525, 2006.

[20] Hughes, C., Copeland, S. R., Agran, M., Wehmeyer, M. L., Rodi, M. S., & Presley, J. A, "Using Self-Monitoring to Improve Performance in General Education High School Classes", ***Education and Training in Mental Retardation and Developmental Disabilities***, Vol. 37, Hal. 262-272, 2002.

[21] Drew, C., & Hardman, M, "***Mental Retardation: A Life Cycle Approach"***, 9th Edition, Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, 2007.

[22] Hallahan, D. P., & Kauffman, J. M, "***Exceptional learners: Introduction to Special Education***", 10th Edition, Boston, 2006.

[23] L. Rock, "An Application of Virtual Reality in Rehabilitation", ***IEEE Southeastcon***, Hal. 4–6, 1994.

[24] S. V. Adamovich, G. G. Fluet, E. Tunik, and A.S. Merians, "Sensorimotor Training in Virtual Reality: A Review," ***NeuroRehabilitation***, Vol. 25, No. 1, Hal. 29–44, 2009.

[25] Moiz I.K., Antonio P., and Sunil K. A, "Effects of Virtual Reality Training With Trunk Support Trainer (TruST) on Postural Kinematics". ***IEEE Robotics and Automation Letters***, Vol. 2, Hal. 2240-2247, 2017.

[26] Patton J. et al., "Robotics and Virtual Reality: A Perfect Marriage for Motor Control Research and Rehabilitation", ***Assistive Technology***, Vol. 435, Hal. 37–41, 2015.

[27] Shih-Ching Yeh, et al., "Effects of Virtual Reality and Augmented Reality on Induced Anxiety". ***IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering***, Vol. 26, Hal. 1345-1352, 2018.

[28] Munafo, J.; et al., "The Virtual Reality Head-Mounted Display Oculus Rift Induces Motion Sickness and Its Effects". ***Experimental brain research, Springer***, Vol. 235, Hal. 889-901, 2017.

[29] Chen, J, ***Flow Theory. [online] Flow in Games***, https://www.jenovachen.com/flowingames/flowtheory.html, 8 September. 2019.

[30] Brenner, H.D., Hodel, B., Roder, V., Corrigan, P, "Treatment of Cognitive Dysfunctions and Behavioral Deficits in Schizophrenia". ***Schizophrenia Bulletin, National Institute of Mental Health***, Vol. 18 , Hal. 21, 1992.

[31] Bozgeyikli, L., et al, "VR Towards Vocational Rehabilitation of Individuals with Disabilities in Immersive Virtual Reality Environments". ***IEEE. Virtual and Augmented Assistive Technology (VAAT)***, Hal. 29-34, 2014.

[32] Van Krevelen D.W.F., et al, "A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations". ***The International Journal of Virtual Reality***, Vol. 9, Hal. 1-20, 2010.

[33] …, "***Vuforia Engine Developer Portal***", https://developer.vuforia.com/, diakses pada 5 Oktober 2019.

[34] Victor S.Z., et. al., "Gaming in Education: Using Games as a Support Tool to Teach History". ***Journal of Education and Practice***, Vol. 8, 2017.

[35] Houghton, E., Aston, H., Featherstone, G., Perrotta, C., Houghton, E., & Aston, H. et al., "***Game-Based Learning: Latest Evidence and Future Directions***". NFER.: (NFER Research Programme Innovation in Education), 2013.

[36] Vaupel, C. A, "The Effects of Video Game Playing on Academic Task Performance and Brain Wave Activity". ***Educational Technology & Society***, Vol. 12, Hal. 1–10, 2002.

[37] Jimenez, R.M., Paulina, F., & Lanfranchi, S, "Video Games and Intellectual Disabilities: a Literature Review", ***Life Span and Disability***, Vol. 18, Hal. 147-165, 2015.

[38] Gagné, R. M., Briggs, L. J., & Wager, W. W, "***Principles of Instructional Design***", 4th Edition, Fort Worth, Texas: Harcourt Brace Jovanovich College Publishers, 1992.

[39] Shibly, Ahamed, ***Android Operating System: Architecture, Security Challenges and Solutions***, https://www.researchgate.net/publication /299394606, diakses pada 20 Oktober 2019.

[40] …, ”***Android Version History"***, https://en.wikipedia.org/ wiki/Android_version_history, diakses pada 20 Juli 2020

[41] …, "***Taffware Cardboard VR Box Head Mount 3D Virtual Reality - Black***", https://www.jakartanotebook.com/taffware-cardboard-vr-box-head-mount-second-generation-3d-virtual-reality-black#, diakses pada 20 Oktober 2019.

[42] …, "***Harga dan Spesifikasi OPPO A5s***", https://iprice.co.id/harga/oppo-a5s/#specs, diakses pada 3 Maret 2020.

[43] …, "***Spesifikasi Laptop ASUS A455L***", https://laptop. web.id/ spesifikasi-dan-harga-terbaru-laptop-asus-a455l-series/, diakses pada 3 Maret 2020.

LAMPIRAN

1. Dokumentasi Pengambilan Data

Gambar 1. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 1 *Game* Level 1

Gambar 2. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 1 *Game* Level 2

Gambar 3. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 1 *Game* Level 3

Gambar 4. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 2 *Game* Level 1

Gambar 5. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 2 *Game* Level 2

Gambar 6. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 2 *Game* Level 3

Gambar 7. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 3 *Game* Level 1

Gambar 8. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 3 *Game* Level 2

Gambar 9. Dokumentasi Pengambilan Data Subjek 3 *Game* Level 3

BIODATA PENULIS

Penulis dilahirkan di Kota Kuala Kapuas pada tanggal 10 Maret 1998. Penulis merupakan anak ketiga dari Tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SDN Loktabat 7 dan meneruskan ke jenjang Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Banjarbaru dan melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas SMAN 1 Banjarbaru. Kemudian penulis meneruskan ke jenjang pendidikan yang lebih tinggi ke Departemen Teknik Biomedik Institut Teknologi Sepuluh Nopember, aktif sebagai Bendahara 1 UKM Shorinji Kempo ITS dan Asisten Laboratorium Instrumentasi dan Pengolahan Sinyal Biomedika.

E-mail : witri.andini16@mhs.bme.its.ac.id

BIOMEDICAL ENGINEERING ITS
2020