

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Arduino

Arduino adalah board microcontroller yang memiliki ekosistem sendiri. Arduino memiliki IDE dan board hardware yang dapat diprogram. Arduino mulai diproduksi dan dikomersialkan dari 2005 [44]. Arduino telah umum digunakan dalam bidang sistem embedded. Sistem embedded adalah sistem yang menggabungkan pemrograman dan hardware untuk menjalankan suatu pekerjaan [45]. Sistem embedded memiliki dua kategori berdasarkan skala. Kategori pertama adalah sistem yang kecil dan hanya menggunakan satu microcontroller. Kategori kedua adalah sistem yang menggunakan beberapa controller yang saling berkomunikasi [46]. Beberapa sistem yang telah dibuat menggunakan Arduino sebagai controllernya adalah sorting sampah otomatis [47], pengatur keasaman air [48], pengukur radiasi, [49] dan pemantau perilaku satwa [50].

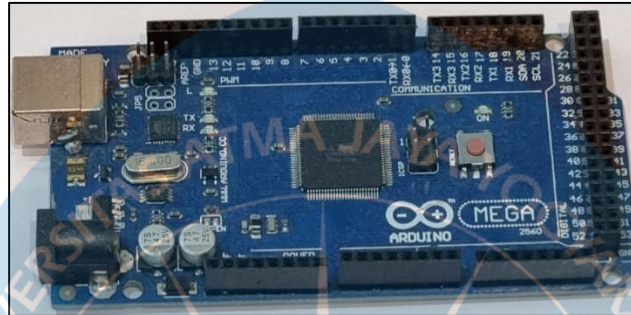
Selain bersifat open-source Arduino juga bersifat flexible dan simple. Ditambah, harga Arduino yang tergolong terjangkau membuat Arduino cocok digunakan untuk kegiatan belajar, mengerjakan project, dan hobby [22]. Arduino juga memiliki beberapa jenis board yang dibedakan berdasarkan pin, kegunaan, dan IC yang digunakan. Beberapa jenis Arduino tersebut adalah Arduino MEGA 2560, UNO, NANO, Leonardo, Pro Mini [51]. Tipe dan spesifikasi dari Arduino dapat dilihat dari table 2

**Table 2.** Jenis Arduino [51]

Jenis Board Arduino	Microcontroller	Clock Speed
Arduino Uno	ATmega328	16 MHz with auto-reset
Arduino Duemilanove	ATmega328	16 MHz with auto-reset
Arduino Nani	ATmega328	16 MHz with auto-reset
Arduino Mega 2560	ATmega2560	16 MHz with auto-reset
Arduino Leonardo	ATmega32u4	16 MHz with auto-reset
Arduino Mini	ATmega328	16 MHz with auto-reset
Arduino Ethernet	ATmega328 + Ethernet Shield	16 MHz with auto-reset
Arduino Fio	ATmega328	8 MHz with auto-reset
Arduino BT	ATmega328	16 MHz with auto-reset
Lilypad Arduino	ATmega328	8 MHz (3.3V) with auto-reset
Arduino Pro Mini	ATmega328	16 MHz with auto-reset
Arduino NG	ATmega8	16 MHz with auto-reset

Materi Arduino wajib dikuasai oleh mahasiswa Teknik elektro dan Teknik mesin karena jika menguasai Arduino dianggap sudah menguasai konsep sistem embedded dasar. Selain itu jika

menguasai Arduino juga dianggap menguasai ilmu elektronika dasar, pemrograman microcontroller, komunikasi sinyal, desain board circuit elektro [52]. Dalam kegiatan praktikum Arduino juga sudah digunakan [53] karena konsepnya yang mudah dikuasai dan bidang cakupannya yang luas [54]. Materi dasar yang harus dikuasai dalam praktikum Arduino adalah menguasai konsep Input Output (I/O), Impulse dan step, tanggapan frekuensi, dan membuat rangkaian elektronika [55]. Bentuk fisik Arduino MEGA 2560 dapat dilihat pada Fig 1



**Figure 1.** Arduino Mega

Inovasi pembelajaran Arduino belum berkembang dengan signifikan. Sampai saat ini, mempelajari Arduino masih menggunakan pendekatan yang konvensional dengan praktikum yang diarahkan oleh pengajar [56]. Selain itu tantangan untuk mempelajari Arduino adalah solusi masalah dan template code yang sudah ada di internet membuat yang mempelajarinya menjadi malas mendalami Arduino. Hal tersebut dikarenakan Arduino bersifat open-source dan memiliki banyak komunitas [26]. Kendala pembelajaran Arduino juga ada di sisi pengajar. Kendala teknis sering terjadi saat menjalankan praktikum meskipun perancangan sudah benar. Selain itu jumlah peserta yang harus ditangani tidak sebanding dengan pengajar yang menyebabkan proses pembelajaran tidak maksimal [57].

### **3.2 Simulasi Arduino**

Selain menggunakan pengujian menggunakan hardware perancangan Arduino dapat menggunakan simulasi. Pada perancangan game yang dilakukan juga menggunakan dua pendekatan yaitu pendekatan perancangan hardware dan pendekatan perancangan secara simulasi. Pada percobaan menggunakan pendekatan simulasi digunakan wokwi [58]. Wokwi merupakan simulator online yang dapat digunakan untuk mensimulasikan beberapa board microcontroller, salah satunya adalah Arduino [59]. Gambar halaman simulasi wokwi dapat dilihat pada figure 2

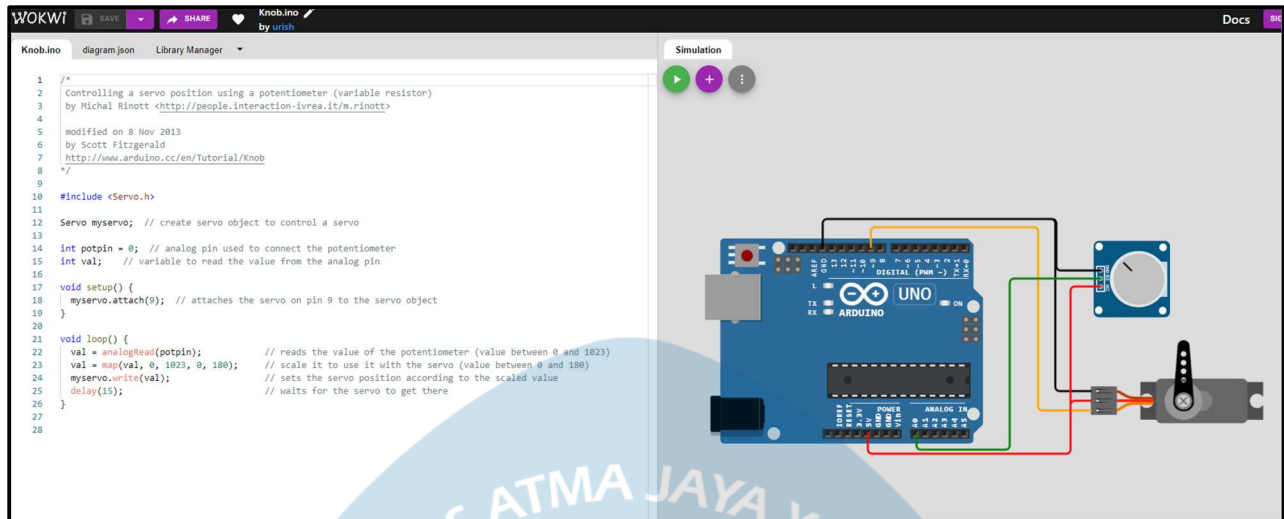
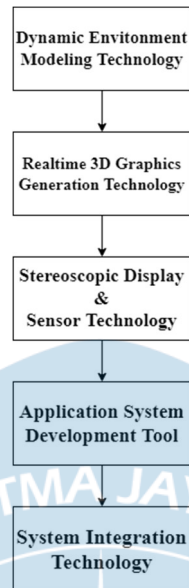


Figure 2. Halaman simulasi wokwi

Pada figure 2 dapat terlihat ada dua bagian dari halaman simulasi wokwi. Bagian pertama adalah di bagian kiri yang berisi source code dan bagian kanan adalah simulasi hardware. Pada bagian software pengguna memasukkan sourcode yang akan disimulasikan dengan bahasa pemrograman Arduino. Sedangkan di bagian kanan yaitu bagian hardware, pengguna dapat melakukan wiring pada Arduino dan sensor agar dapat bekerja sesuai dengan source code yang diberikan. Setelah melakukan wiring, pengguna dapat melakukan simulasi dengan menekan tombol run. Pada saat simulasi berlangsung, pengguna dapat melihat sensor dan aktuator bekerja seperti simulasi perancangan hardware.

### 3.3 Virtual Reality

Konsep dari Virtual Reality (VR) adalah menghadirkan lingkungan yang sulit dibayangkan dan memungkinkan pengguna berinteraksi dengan lingkungan serta objek didalamnya [60]. Beberapa aspek yang harus diperhatikan untuk menampilkan lingkungan dalam VR terlihat nyata adalah bidang pandang, *eyebax*, sudut resolusi, *dynamic range*, dan *deep cue* yang tepat [61]. Secara singkat penjelasan cara kerja dari VR dijelaskan dalam figure 3.



**Figure 3.** Cara kerja teknologi VR [61]

VR berfokus menghasilkan dunia atau realita virtual sesuai kebutuhan penggunanya. Pengguna dapat melakukan berbagai macam aktivitas didalam dunia tersebut. VR juga digabungkan dengan smart device lain untuk membangun lingkungan yang lebih realistik bagi pengguna [62].

Pembelajaran menggunakan VR membuat pengguna dapat membayangkan permasalahan yang sulit terbayangkan. Contoh kasusnya adalah penggunaan VR untuk pelatihan operasi [63] salah satunya operasi kanker paru-paru [42]. Penerapan lain adalah penggunaan VR untuk pelatihan perjalanan luar angkasa [43]. Pembelajaran lain yang dapat diterapkan pada VR adalah pembelajaran Bahasa, dalam satu penelitian yang meneliti kemampuan VR untuk pembelajaran bahasa menghasilkan respond yang baik untuk pembelajaran bahasa asing terutama bahasa inggris [64]. Dari penelitian lain juga ada yang menggunakan VR sebagai pembelajaran untuk mengenal perangkat pesawat terbang dan perawatannya [65]. Topik pembelajaran menggunakan VR sudah mulai dibahas selama beberapa dekade terakhir [66].

Beberapa penerapan VR diluar konten game yang pernah diterapkan adalah dalam bidang pembelajaran. Beberapa penerapannya di bidang pembelajaran kesehatan contohnya pelatihan prosedur T&S (Type and Screen) [34], pelatihan keperawatan [35], simulasi operasi implant [36], simulasi operasi plastic [37], pelatihan bedah ortopedi [67]. Selain kesehatan VR juga digunakan untuk pembelajaran bahasa [68], pembelajaran dibidang kimia [38] dan biokimia [69], mempelajari anatomi tubuh manusia [70]. Pembelajaran menggunakan VR juga menerapkan konsep gamifikasi [71].

Beberapa tantangan yang ditemukan saat penggunaan VR beberapa tahun yang lalu adalah harga perangkat VR yang mahal dicontohkan Oculus Rift dengan harga \$599 dan HTC Vive dengan harga \$899 dan harus disambungkan dengan PC dengan spesifikasi yang tinggi [72]. Akan tetapi kendala tersebut sudah teratasi karena sekarang sudah terdapat Oculus Quest 2 yang harganya terjangkau \$199. Oculus Quest 2 juga tidak memerlukan koneksi dengan PC untuk beroperasi. Figure 4 menunjukkan bentuk fisik dari Oculus Quest 2

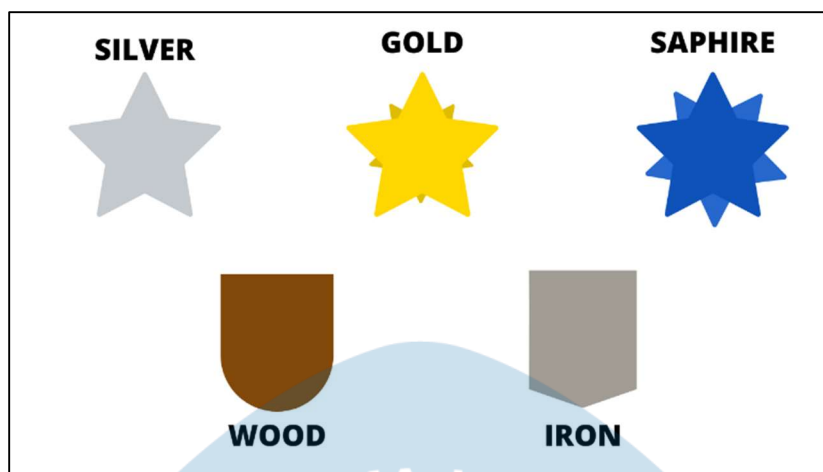


**Figure 4.** Oculus Quest 2

Figure 4 memperlihatkan device dari Oculus Quest 2. Device dari Oculus Quest 2 terdiri dari 2 bagian yaitu HMD yang digunakan di kepala dan mata, selain itu ada hand tracker yang juga sebagai controller. Hand tracker terdiri dari dua bagian yaitu bagian tangan kanan dan bagian tangan kiri. Hand tracker tidak dapat digunakan secara terbalik.

### **3.4 Gamification**

Gamifikasi memiliki pengertian menerapkan menerapkan mekanisme yang ada dalam game untuk bidang bukan game yang bertujuan untuk memotivasi, membuat peserta aktif berinteraksi, dan memberikan penyelesaian masalah untuk bidang tertentu [73]. Materi dalam game yang dapat diterapkan dalam gamifikasi bisa berupa pemberian badges, sistem leaderboard, dan misi yang dilakukan bersama pengguna lain [74]. Materi gamifikasi yang diterapkan dalam pembelajaran harus disesuaikan dengan konteks pembelajaran sehingga tujuan menciptakan pembelajaran yang menyenangkan dapat tercapai [75] dan motivasi dan keikutsertaan dari peserta pembelajaran juga meningkat [76]. Gamifikasi juga memiliki pengaruh membangun kebiasaan sehingga pembelajaran lebih efisien dan produktif [77]. Untuk meningkatkan motivasi dimasukkan beberapa elemen gamifikasi seperti badge dan reward, elemen gamifikasi yaitu badge dapat dilihat pada figure 5



**Figure 5.** Gamification Badges

Gamifikasi merupakan salah satu jenis multimedia cerdas yang menggunakan permainan untuk tujuan pembelajaran dalam bidang tertentu. Gamifikasi merupakan salah satu contoh teknik Human-Computer Interface yaitu interaksi antara manusia dengan komputer [25]. Gamifikasi digunakan untuk pembelajaran di beberapa bidang antara lain bidang akademik dan industri. Gamification telah banyak berkembang dan sekarang menjadi cara belajar yang efektif sehingga pengguna akan dengan mudah mempelajari apa yang mereka butuhkan untuk belajar dan meningkatkan motivasi untuk belajar. Untuk itulah gamification sangat populer dan memiliki prospek jangka panjang yang menjanjikan sehingga beberapa beasiswa juga diberikan bagi mereka yang tertarik untuk mempelajari gamifikasi [78].

Pembelajaran biasa dianggap membosankan oleh sebagian siswa dan hal ini menyebabkan kurangnya aktivitas dan motivasi siswa untuk menguasai materi. Pada salah satu bidang studi yaitu bahasa Inggris khususnya pada aspek kosakata, menerapkan smart multimedia untuk meningkatkan minat dan membantu siswa memahami pembelajaran dan hasilnya 90% dapat memperoleh nilai cukup untuk lulus dan 10% mendapatkan nilai yang baik [79]. Bidang studi lain, yaitu matematika juga digunakan untuk membantu siswa dalam memahami konsep-konsep matematika, dalam satu pembelajaran untuk pembelajaran kelas 3 SD dengan metode pembelajaran horizontal. Dalam penelitian ini ditemukan bahwa hasil tes siswa lebih baik setelah dibelajarkan dengan multimedia cerdas khususnya gamifikasi [80].

Gamifikasi dapat diterapkan pada semua rentan usia, tak terkecuali anak berusia 12 tahun. Penerapan gamifikasi yang diterapkan untuk membantu belajar pada anak usia 12 tahun atau yang masih berada SD kelas 6 terbukti dapat meningkatkan penyerapan materi yang diajarkan. Guru yang



mengajar pun juga terbantu karena materi yang disampaikan dapat diserap dengan lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional [81]. Selain meningkatkan tingkat penyerapan, Gamifikasi juga meningkatkan tingkat relevansi siswa. Penerapan gamifikasi membuat proses belajar menjadi lebih menyenangkan sehingga motivasi siswa untuk belajar meningkat [82][24][23].

Pembelajaran menggunakan gamifikasi menerapkan fitur-fitur game kedalam pembelajaran sehingga meningkatkan motivasi untuk belajar [83]. Beberapa penelitian sudah menggunakan gamifikasi untuk pembelajaran bahasa [39], [84], pemrograman Java [40], matematika [85], kimia [86], biologi [87], kesehatan [88]. Penelitian ini menggunakan gamifikasi dengan media VR Oculus Quest 2 untuk pembelajaran Arduino.

Penerapan dari gamifikasi juga dapat dilihat dalam bidang yang dianggap serius seperti kesehatan [77] dan Pendidikan [89]. Penerapan gamifikasi dalam bidang tersebut membuat pengguna semakin menguasai materi yang disajikan karena dengan konten game yang diterapkan pengguna merasa ingin menyelesaikan tantangan atau ingin mendapatkan skor tertinggi sehingga mengulang-ulang permainan sama sehingga materi yang disediakan benar-benar dikuasai [90].

### **3.5 Game Escape Room**

Definisi dari game escape room adalah game yang memiliki konsep “live action”, permainan dapat dimainkan sendirian atau dalam team untuk menemukan petunjuk dan memecahkan teka-teki. Tujuan dari game escape room adalah untuk menyelesaikan seluruh tantangan yang diberikan dan keluar dari ruangan [91][92]. Game escape room juga digunakan untuk beberapa bidang lain selain hiburan saja, salah satunya pembelajaran. Salah satu bidang pembelajaran yang menggunakan escape room sebagai sarannya adalah pembelajaran di bidang computer science [93]. Penggunaan escape room membuat siswa aktif dalam proses pembelajaran dan meningkatkan motivasi untuk belajar dan eksplorasi materi pembelajaran.

Game berkonsep escape room dapat diterapkan di segala rentan usia. Penerapan dalam penelitian terdahulu menerapkan game escape room dalam pembelajaran anak SD. Penggunaan game escape room untuk anak SD dapat meningkatkan motivasi dan pengalaman pembelajaran dari siswa [94]. Konsep escape room yang diterapkan dalam pendidikan awalnya dicetuskan oleh guru yang sedang mengembangkan cara mengajar yang menyenangkan. Pengembangan yang dilakukan mengarah ke video game dan berujung dengan menggunakan konsep escape room dalam proses pembelajaran [95], [96]. Contoh tampilan game escape room dapat dilihat pada Figure 6



**Figure 6.** Contoh tampilan game escape room

Tujuan memasukkan konsep escape room dalam pembelajaran adalah meningkatkan ketegangan, pengalaman pembelajara, dan kenikmatan dalam proses belajar. Dalam satu penelitian menjelaskan penggunaan escape room untuk pembelajaran berbeda dari game pada umumnya. Permainan escape room menggunakan teka-teki dan tantangan, beberapa juga menerapkan sistem batas waktu, sehingga memberikan ketegangan saat memainkan game escape room [97]. Dalam penelitian lain juga menjelaskan game escape room memiliki beberapa dimensi yaitu jenis permainan, lokasi, batas waktu, jumlah pemain. Sebagian game escape room harus dimainkan bersamaan sehingga meningkatkan kerja sama tim [98].

### 3.6 Game Engine

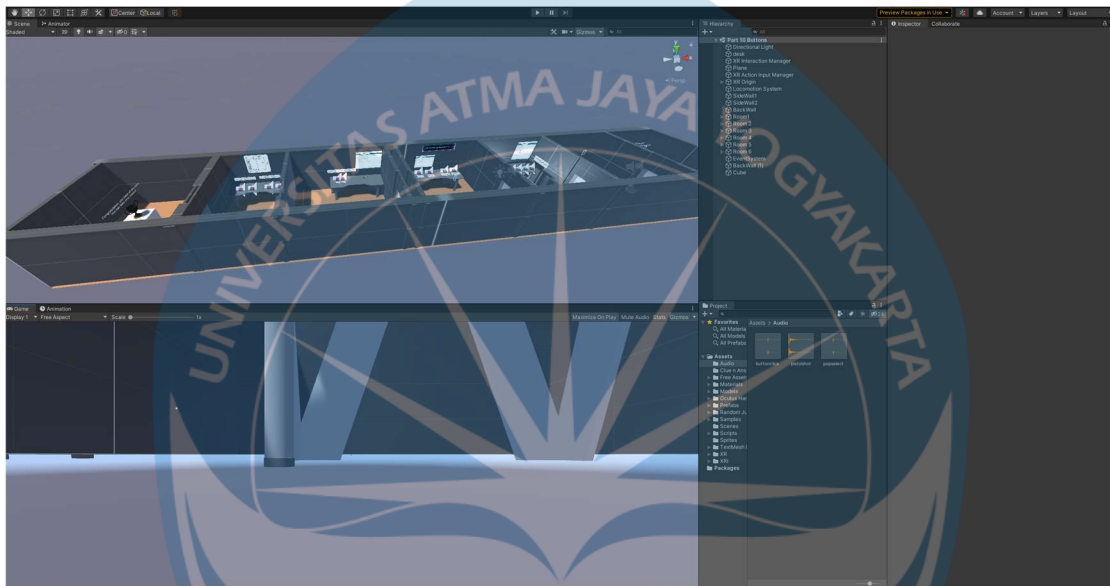
Untuk membuat game diperlukan tools yang sangat penting yaitu game engine. Game engine merupakan tools yang memungkinkan pengembang game untuk merancang game dan memproduksi game [99]. Dua game engine yang sudah umum digunakan dan dapat digunakan untuk merancang game VR adalah Unity [100] dan Unreal Engine [101][102].

#### 3.6.1 Unity

Unity merupakan game engine yang dibuat oleh Unity Technologies [100]. Unity juga game engine yang bersifat multiplatform, game yang diproduksi pada Unity dapat menjadi mobile game [103],



game pc, dan game VR. Selain itu, unity juga dapat dioperasikan pada Windows, Linux, dan macOS, dan format game yang dihasilkan dapat dijalankan pada 25 platform. Unity juga didukung dengan implementasi open-source dari Microsoft .NET Framework, sehingga developer dapat melakukan penyesuaian dalam mekanisme game menggunakan source code yang menggunakan bahasa C# [104]. Karena bersifat open-source, Unity juga memiliki komunitas yang luas sehingga jika terjadi kendala banyak tutorial resmi dan tidak resmi yang tersedia di internet. Tampilan Unity 3D dapat dilihat pada figure 7



**Figure 7.** Tampilan jendela Unity

Dapat dilihat pada figure 7, Unity juga dapat digunakan untuk mengembangkan game VR dan game yang menggunakan sistem 3D. Beberapa fitur yang disediakan oleh Unity untuk membangun game dapat dilihat pada jendela Unity yang ditampilkan seperti fitur simulasi, layer, dan assets. Hal tersebut dapat terjadi karena unity memiliki support di area game engine 3D. Kelebihan dari penggunaan Unity untuk membangun game 3D adalah unity memastikan kelancaran alur pengembangan, meminimalisir kesalahan, berfokus pada pengembangan lingkungan 3D [105]. Spesifikasi minimal untuk menggunakan Unity dapat dilihat pada table 3.

**Table 3.** Spesifikasi minimum untuk mengoperasikan Unity [100]

Spesifikasi Minimal	Operating System		
	Windows	MacOS	LINUX
Operating system	Windows 7 (SP1+),	High Sierra 10.13+	Ubuntu 20.04, Ubuntu

Spesifikasi Minimal	Operating System		
	Windows	MacOS	LINUX
version	Windows 10 and Windows 11, 64-bit versions only.		18.04, and CentOS 7
CPU	X64 architecture with SSE2 instruction set support	X64 architecture with SSE2 instruction set support	X64 architecture with SSE2 instruction set support
Graphics API	DX10, DX11, and DX12-capable GPUs	Metal-capable Intel and AMD GPUs	OpenGL 3.2+ or Vulkan-capable, Nvidia and AMD GPUs.
Tambahan Kebutuhan	Hardware vendor officially supported drivers	Apple officially supported drivers	Gnome desktop environment running on top of X11 windowing system, Nvidia official proprietary graphics driver atau AMD Mesa graphics driver.

Pada table 3 dapat dilihat spesifikasi minimum perangkat desktop agar dapat mengoperasikan unity. Unity dapat dioperasikan pada tiga Operatign System (OS) pada desktop yaitu windows, macOS, dan LINUX. Pada windows versi OS minimum untuk dapat menggunakan Unity adalah Winows 7 (SP1+), dan graphics API minimal adalah DX10. Sedangkan, pada macOS versi minimum untuk mengoperasikan Unity adalah High Sierra 10.13+ dengan graphics API minimum Metal-capable Intel dan AMD GPUs.

### 3.6.2 Unreal Engine

Unreal Engine merupakan game engine yang dikembangkan oleh Epic Games, Inc. yaitu salah satu perusahaan pengembang game yang berada di Carolina Utara, USA [101]. Unreal Engine juga merupakan game engine yang mendukung pengembangan game di banyak platform. Kelebihan dari Unreal Engine adalah dapat mengembangkan game dengan grafik yang medekati kondisi di dunia nyata. Selain itu, Unreal Engine juga mendukung pengembangan game VR dan 3D [102][106]. Unreal Engine juga digunakan banyak pengembang game karena sifatnya yang andal (reliable). Selain itu, dokumentasi dari pengembang Unreal Engine juga sudah tersebar luas, tutorial dasar unreal engine juga disediakan oleh Epic Game sehingga pengguna baru tidak kesulitan dalam menguasai game engine ini [107]. Spesifikasi yang direkomendasikan untuk menggunakan Unreal Engine bagi pengguna windows dapat dilihat pada table 4

**Table 4.** Spesifikasi yang direkomendasikan untuk menggunakan Unreal Engine [101]

No	Items	Recommended
1	Operating System	Windows 10 64 bit
2	Processor	Quad-core Intel atau AMD 2.5 GHz atau lebih cepat
3	Memory	8 GB RAM
4	Versi DirectX	DirectX 11 atau DirectX 12
5	Applikasi tambahan	Visual Studio 2019
6	GPU	NVIDIA GeForce GTX 970

Dari table 4 dapat dilihat OS yang direkomendasikan bagi pengguna Windows yang ingin menggunakan game engine Unreal Engine adalah Windows 10 64 bit. Software lain yang direkomendasikan terpasang pada perangkat desktop adalah DirectX dengan versi 11 atau 12, yang cocok dengan GPU. Selain itu direkomendasikan Visual Studio versi 2019 juga sudah terpasang pada perangkat. Sedangkan untuk hardware, processor yang direkomendasikan adalah Quad-core Intel atau AMD 2.5 GHz. Hardware lain sebagai penunjang yang direkomendasikan adalah RAM yang rekomendasikan sebesar 8 GB dan GPU NVIDIA GeForce GTX 970.

### 3.7 Skala GAMEX

Skala GAMEX adalah salah satu skala yang digunakan mengukur pengalaman dalam bermain game [25]. Skala GAMEX bersifat andal (reliable) dan dinilai valid untuk digunakan dalam penelitian maupun professional. Selain itu, penerapannya yang cenderung tidak terlalu kompleks membuat skala GAMEX digunakan di beberapa penelitian [108]. Skala GAMEX dikembangkan karena maraknya pengembangan gamifikasi dan kurangnya alat ukur untuk mengukur pengalaman bermain game [109].

Skala GAMEX terdiri dari 26 items yang dapat dibagi menjadi 6 dimensi. Dimensi pada skala GAMEX adalah enjoyment, absorption, creative thinking, activation, absence of negative effects, dan dominance. Sebagai respond, diberikan skala berupa angka 1 sampai 5 sebagai penilaian dari pernyataan yang diberikan dalam kuisisioner. Angka 1 mewakili pernyataan “tidak pernah sama sekali” dan angka 5 mewakili pernyataan “setuju”. Dalam skala GAMEX angka 1 juga dapat disesuaikan untuk mewakili pernyataan “Tidak setuju sama sekali” dan angka 5 mewakili “Sangat Setuju”. Dalam skala GAMEX diperlukan perhitungan Cronbach’s Alpha yaitu nilai realibilitas. Nilai Cronbach’s Alpha pada skala GAMEX harus lebih besar dari 0.7 untuk data yang didapat dianggap dapat diterima [108].