

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Riset terkait penggunaan teknologi *Mixed reality* sebagai media pembelajaran mitigasi bencana telah dilakukan dalam beberapa penelitian sebelumnya. Seperti yang pernah dilakukan oleh (Lochhead & Hedley, 2019) tentang pengembangan *prototype* simulasi evakuasi kedaruratan bencana menggunakan *Geovisual Analytic System* berbasis AR. Sistem yang dibuat berfungsi sebagai alat pencarian rute ketika terjadi bencana dengan menampilkan informasi geospasial yang ditumpangkan ke dunia nyata. Hasil dari penelitian ini memperkenalkan cara baru yang fundamental untuk melihat proses interaksi manusia dalam konteks dunia nyata dengan lingkungan virtual. Rekomendasi selanjutnya yang disarankan oleh peneliti yaitu agar penelitian ini dikembangkan lebih lanjut dengan menganalisis pergerakan manusia berbasis AR

Penggunaan AR dan VR dalam dunia pendidikan bertujuan untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan model pembelajaran tradisional. Penelitian yang dilakukan oleh (Kounlaxay & Kim, 2020) menyoroti penggunaan *Mixed reality* (MR) dan tantangan yang dihadapi dalam dunia pendidikan. Penelitian ini menggunakan teknik *Computer Vision Tracking* dan AR Toolkit. Temuan yang dihasilkan dari penelitian ini memberikan gambaran pentingnya penggunaan MR dalam lingkungan pendidikan sehingga dapat memberikan pengalaman yang imersif bagi siswa dalam proses pembelajaran. Peneliti kemudian mengusulkan agar penelitian selanjutnya kedepan dapat menggunakan skenario lain yang berbeda dalam penerapannya

Pengembangan AR dan VR juga dilakukan dalam pelatihan simulasi bencana tornado dengan menggunakan sistem yang dinamakan *Simulated tornado experience* (STE). Sistem tersebut didesain untuk mensimulasikan bencana tornado secara realistis dengan efek audiovisual secara nyata. Dalam penelitian ini, peneliti

mengembangkan dua jenis *prototype* simulasi yang dinamakan *AR Simulated tornado experience* (AR-STE) dan *VR Simulated tornado experience* (VR-STE). Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 3DCG (*three-dimensional computer graphics*). Proses eksperimen dan simulasi dilakukan oleh para pelajar yang berusia 13 tahun atau lebih, tahapan simulasi dimulai dengan pengisian kuisioner yang berhubungan dengan pengetahuan dan pengalaman terkait tornado, peserta mendapat penjelasan tentang mekanisme terjadinya tornado beserta kerusakan yang ditimbulkannya. Peserta menggunakan *Head Mount Display* (HMD) untuk menyaksikan simulasi hasil *render* dari tornado. Setelah melepaskan HMD peserta kemudian mengisi kuisioner terkait hasil simulasi yang dilihat. Kuisioner memuat tentang 3 variabel yang diukur diantaranya, rasa ketakutan, *self-efficacy* dan motivasi belajar. Hasil yang didapat dari penelitian ini bahwa, efek audiovisual dapat mempertahankan kemampuan peserta akan rasa akut terhadap tornado, sehingga mempengaruhi efikasi diri dan motivasi belajar. Para peneliti menyarankan agar penelitian mereka dapat dikembangkan lebih lanjut melalui eksperimen berskala besar yang melibatkan peserta yang lebih beragam (Mitsuhara & Shishibori, 2020)

Pemahaman terkait kesiapsiagaan bencana penting untuk dipahami sebagai upaya dalam mengurangi resiko akibat bencana yang ditimbulkan. Berbagai upaya yang dilakukan diantaranya dapat berupa sosialisasi atau pelatihan baik teori maupun praktik terkait tanggap bencana. Penelitian berikutnya menggunakan *Virtual reality* (VR) untuk meningkatkan kesadaran tentang bencana bagi anak-anak dan remaja. Penelitian ini mengusulkan sistem *multidisplay* berbasis VR yang disebut *Immersive Wide Dome* (iwDome) untuk pelatihan virtual berbasis tim dengan skema *role-playing*. Metode yang digunakan dalam penelitian menggunakan pendekatan *role-playing* dan *teamworks*. Hasil dari penelitian ini yaitu rata-rata penilaian setelah pelatihan keselamatan bencana meningkat 20-25 poin, skema pelatihan yang diusulkan dapat memfasilitasi penyebaran pengetahuan tentang manajemen bencana. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa usia mempengaruhi umpan balik, keterlibatan dan persepsi. Rekomendasi yang disarankan oleh para peneliti untuk penelitian selanjutnya yaitu metode

pengelompokan sasaran pelatihan berdasarkan kelompok umur untuk meningkatkan fleksibilitas sistem (Xu & Dai, 2022)

Persyaratan mendasar dalam mendesain antarmuka sistem berbasis *Mixed reality* (MR) penting dilakukan untuk menentukan keberhasilan penggunaan dan pengalaman pengguna. Dalam penelitian ini peneliti melakukan identifikasi berbagai persyaratan dan pedoman khusus untuk merancang dan mengembangkan aplikasi AR dan MR yang berfokus pada antarmuka pengguna (UI) dengan mempertimbangkan prinsip kegunaan dan pengalaman pengguna (UX) yang diterapkan pada pelatihan operator pemasangan pengkabelan kendaraan (*wire harness driveline*). Metode pengujian antarmuka yang digunakan adalah *usability testing*. Aplikasi yang dikembangkan terlebih dahulu diuji di laborotaorium untuk mengevaluasi kegunaan dan pengalaman (UX), 10 peserta tanpa pengalaman khusus tentang teknologi MR dilibatkan dalam eksperimen uji. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua aplikasi berbeda. Sebelum memulai pengujian, peserta melakukan sesi pelatihan menggunakan perangkat *Hololens2* untuk mempelajari interkasi gerakan dan kontrol yang benar. Selanjutnya peserta diminta mengisi kuisisioner subjektif untuk mengevaluasi kegunaan aplikasi. Hasil dari penelitian ini didapatkan mayoritas pengguna lebih menyukai tampilan antarmuka yang lebih jelas. Rekomendasi yang disarankan oleh para peneliti untuk penelitian selanjutnya yaitu pengembangan aplikasi *Mixed reality* dengan mengacu pada prinsip-prinsip desain antarmuka dengan melibatkan sampel pengguna yang lebih banyak (Ciccarelli et al., 2022)

Teknologi *Extended Reality* (XR) seperti AR, VR dan MR telah mempengaruhi banyak industri, termasuk arsitektur. Dengan model imersif XR, dimungkinkan untuk mengatasi banyak masalah yang ada dalam proses peninjauan desain saat ini yang secara tradisional memiliki solusi yang tidak nyaman. Selama proses ini, perusahaan biasanya menghasilkan limbah kertas dalam jumlah besar untuk meninjau pilihan desain dan juga menghabiskan waktu berjam-jam untuk memotong karton atau bahan lain untuk membuat model yang akan digunakan untuk mendemonstrasikan produknya. Dalam penelitian ini peneliti melakukan *review* terhadap keefektifan tinjauan desain rancangan model arsitektur sistem

Mixed Reality (MR) versus model tradisional 2D. Pengukuran kuantitatif dilakukan dengan menggunakan kuisioner untuk membandingkan model tradisional 2D dengan model desain MR. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses tinjauan desain berbasis MR lebih efektif dan signifikan dibandingkan metode berbasis gambar 2D dalam mengkomunikasikan sebuah rancangan desain arsitektur kepada klien. Rekomendasi yang disampaikan peneliti untuk penelitian selanjutnya yaitu terkait pemanfaatan MR dalam ruang yang lebih besar dan juga analisis awal lokasi sebuah proyek (Carrasco, 2021)

Untuk menghasilkan perasaan *immersive* dalam pengembangan desain objek tiga dimensi tentunya dibutuhkan optimalisasi metode rendering yang lebih efektif untuk dapat merender berbagai *scene* yang ada. Pada perangkat VR, pergerakan layar pada perangkat *Head Mounted Display* (HMD) sangat menentukan wilayah pengamatan pengguna dan rentang ROI mata mereka. Beberapa penelitian mencoba menggunakan pelacakan mata (*Eye Tracking*) untuk mengoptimalkan rendering pemandangan geografis virtual, metode ini tidak cocok untuk pemandangan 3D nyata. Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi rendering adegan 3D nyata dengan menggunakan metode interaksi khusus. Dalam penelitian ini peneliti mengusulkan metode pengenalan ROI (*Region of interest*) berdasarkan pelacakan mata di VR dan menggunakan Kalmanfilter untuk memprediksi frustum tampilan pengguna. Hasil yang didapatkan metode ini yaitu bahwa dari ROI dari setiap pengguna melalui peralatan pelacakan mata, dapat memberikan prioritas rendering untuk setiap model 3D nyata. Sudut rotasi HMD diprediksi oleh Kalmanfilter untuk mendapatkan frustum tampilan yang dimuat dan dirender menggunakan prioritas model tiga dimensi nyata untuk melihat frustum. Rekomendasi yang disampaikan oleh peneliti untuk penelitian selanjutnya yaitu melakukan peningkatan akurasi prediksi untuk melihat frustum pada perangkat VR melalui penerapan pelacakan mata dalam adegan geografis virtual (Dang et al., 2022).

Munculnya teknologi *Virtual reality* (VR) telah menimbulkan sejumlah tantangan baru bagi pengembang. Tantangan tersebut menyangkut dengan aspek penerimaan pengguna dan konteks pembuatan konten di masa depan. (Manis & Choi, 2019) dalam penelitiannya kemudian mengusulkan perluasan model

penerimaan teknologi (TAM) dengan memasukkan persepsi kenyamanan (*perceived enjoyment*) sebagai variabel keyakinan utama dengan memasukkan empat aspek penting untuk penerimaan perangkat keras VR. Empat variabel tersebut terdiri dari; (1) niat konsumen untuk membeli perangkat keras VR, (2) persepsi konsumen tentang kegunaan, (3) kemudahan, kenyamanan, dan sikap dalam penggunaan perangkat VR, (4) dampak usia, rasa ingin tahu, dan harga. Temuan yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu bahwa perangkat keras dan konten dari VR memiliki potensi untuk dapat memberikan pengalaman yang lebih berguna bagi industri dan masyarakat secara keseluruhan. Rekomendasi yang disampaikan oleh peneliti untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan penambahan variabel TAM dengan memanfaatkan temuan yang telah dihasilkan sebelumnya guna penyempurnaan desain perangkat keras VR di masa mendatang.

Penggunaan teknologi *Virtual reality* (VR) diketahui dapat menimbulkan efek penyakit dunia maya (*Cybersickness Effect*). Gejala *cybersickness* antara lain pusing, mual, muntah, dan keringat dingin layaknya mabuk perjalanan. Penelitian yang dilakukan oleh (Martirosov et al., 2022) menyoroti klarifikasi tingkat penyakit *cyber* di tiga lingkungan *Virtual Reality* (VR) yang berbeda yaitu *Low-immersive*, *Semi-immersive*, dan *Fully immersive*. Proses eksperimen dilakukan selama 10 menit oleh 89 peserta dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara tingkat imersif dan efek yang ditimbulkan. *Simulator Sickness Questionnaire* (SSQ) digunakan sebagai alat ukur subjektif dalam mengukur tingkat gejala yang dialami oleh pengguna. Hasil penelitian mereka menunjukkan tingkat penyakit dunia maya yang dialami pengguna dipengaruhi oleh jenis lingkungan *Virtual Reality* (*low-immersive*, *semi-immersive*, dan *full imersif*). Rekomendasi yang disarankan oleh peneliti yaitu diperlukan penelitian lebih lanjut untuk meminimalkan resiko *cybersickness* dengan menggunakan parameter teknis, seperti *frame rate* dan *field of view* (FoV)

Evaluasi terhadap tingkat penerimaan teknologi *Extended reality* (AR,VR,MR) khususnya dalam bidang pembelajaran dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengguna dapat menerima dan memahami teknologi tersebut. AR, VR dan MR merupakan masalah global yang memerlukan investigasi. Penelitian

berikut ini membahas mengenai pemanfaatan teknologi MR pada sektor pendidikan dengan menggunakan *Technology Acceptance Model* (TAM) untuk proses evaluasi. Dalam penelitian ini 300 siswa bertindak sebagai responden. Berbagai prosedur terkait dengan teknologi *Mixed reality* dibuat dan dikumpulkan dalam bentuk kuisioner kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS dan AMOS untuk memeriksa validitas dari tiap variabel TAM. Hasil yang didapat dari penelitian ini diantaranya yaitu bahwa konten MR tidak dipengaruhi oleh kualitas materi yang disampaikan, melainkan hanya dipengaruhi oleh tingkat interaktivitas yang dimiliki oleh MR itu sendiri. Semakin interaktif desain teknologi MR maka semakin bermanfaat pula teknologi tersebut dalam memenuhi kebutuhan belajar siswa, semakin mudah penggunaan teknologi MR, semakin banyak kenikmatan yang dirasakan siswa selama proses pembelajaran. Rekomendasi yang disarankan oleh para peneliti untuk penelitian selanjutnya yaitu penggunaan variable TAM pada sektor selain pendidikan dan penambahan variabel lain selain TAM (Suryaman et al., 2022)

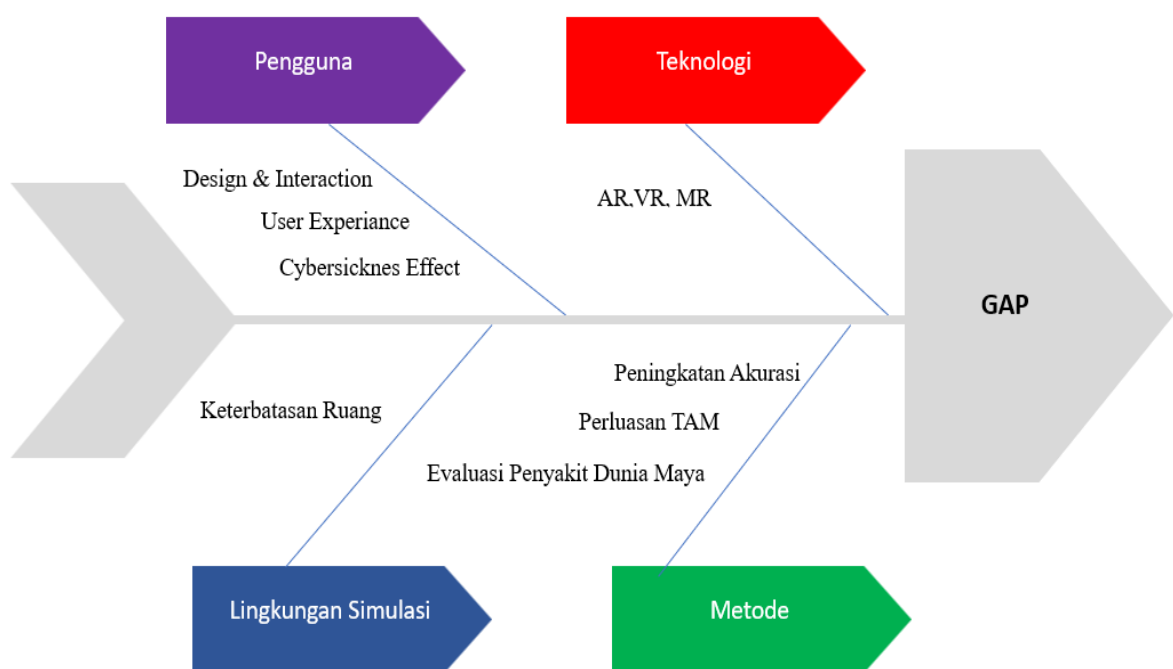
Sistem *Mixed Reality* harus didesain untuk memungkinkan interaksi yang alami, mirip dengan cara manusia berinteraksi dalam dunia nyata. Pengguna harus dapat menggunakan gerakan fisik, suara, dan interaksi tangan untuk berinteraksi dengan objek dan lingkungan virtual. (Huang, 2023) menyoroti penggunaan teknologi *wearable* dan sistem *Mixed Reality* dengan berbagai mode interaksi (*multimodal intercation*) yang dapat menyediakan sarana mediasi baru dan inovatif dalam menciptakan pengalaman yang lebih holistik. Dalam penelitiannya juga peneliti mengembangkan *prototype* yang dapat beradaptasi dengan data biometrik pengguna melalui sarung tangan (*waerable gloves*) yang dipakai. Hasil penelitian yang didapatkan dalam penelitian ini yaitu penerapan sistem *wearable* dan sistem *Mixed Reality* berpotensi berkontribusi pada tempat kerja yang lebih sehat dan produktif bagi individu dan organisasi. Pengembangan selanjutnya yang direkomendasikan oleh peneliti yaitu mengukur deteksi perubahan fisiologis pengguna secara otomatis menggunakan teknologi IoT untuk menghasilkan pengalaman yang lebih efektif sesuai kebutuhan pengguna.

Perluasan dan pengembangan *Technology Acceptance Model* (TAM) terus dilakukan seiring dengan perkembangan teknologi baru yang terus bermunculan. Studi tentang TAM terdahulu secara luas telah melakukan berbagai jenis variasi subjek teknologi dengan maksud untuk mendapatkan cara pandang yang lebih luas. Penelitian berikut ini membahas mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi niat siswa menggunakan VR dalam lingkungan belajar yang dinamis. Subjek penelitian ini adalah siswa pelatihan penerbangan yang mempertimbangkan penggunaan VR untuk latihan dan simulasi penerbangan. Metode TAM dan TPB dikembangkan dengan menggabungkan faktor-faktor yang terkait dengan pendidikan dan penggunaan teknologi VR di lingkungan pelatihan. 480 sampel digunakan dalam penelitian ini. Analisis faktor konfirmasi (CFA) dan proses pemodelan persamaan struktural (SEM) digunakan untuk menilai hubungan antar faktor. Hasil yang didapatkan yaitu bahwa Faktor PEU (*Perceived ease of use*) berpengaruh paling kuat secara tidak langsung dan langsung, positif terhadap ATU (*Attitude toward use*), dan berpengaruh kuat, positif, tidak langsung terhadap BI (*Behavioral intention*). Hubungan tersebut merupakan bagian dari TAM. ATU (*Attitude toward use*) juga sangat mempengaruhi BI (*Behavioral intention*). Penelitian selanjutnya yang direkomendasikan oleh peneliti adalah memeriksa dan merevisi kembali faktor-faktor model diantaranya; *Perceived Health Risk* (PHR), *Self-Efficacy* (SE), *Perceived Behavior Control* (PBC) dan *Perceived enjoyment* (PENJ). (Fussell & Truong, 2022)

Hybrid Technology Acceptance Model (HTAM) merupakan sebuah model perluasan dan pengembangan dari *Technology Acceptance Model* (TAM). Model ini menggabungkan model TAM asli dengan model *Innovation Diffusion Theory* (IDT). Penelitian berikut ini ditujukan untuk menyelidiki faktor-faktor yang mempengaruhi niat dan perilaku siswa dalam menggunakan *Open online course system* (MOOCs). Temuan yang diperoleh melalui metode penelitian kuantitatif, berdasarkan hasil analisis menggunakan *Structure Equation Modeling* (SEM). Hasil dari penelitian ini yaitu bahwa integrasi IDT dan TAM dapat membantu pengambilan keputusan di perguruan tinggi untuk merencanakan, mengevaluasi penggunaan *Open online course system* (MOOCs) Rekomendasi yang disampaikan

dalam penelitian ini yaitu mencari korelasi antara yang kompatibilitas dirasakan dalam penggunaan sistem MOOCs dan kegunaannya (Al-Rahmi et al., 2019)

Berlandaskan rekomendasi yang telah disampaikan oleh peneliti sebelumnya, dapat diidentifikasi beberapa tantangan yang perlu dikaji kembali. Untuk itulah maka diperlukan penelitian lebih lanjut guna menjawab permasalahan tersebut. Gambaran dari hasil pemetaan permasalahan diperlihatkan pada Gambar 2.1 dalam bentuk *fishbone diagram* berikut ini:



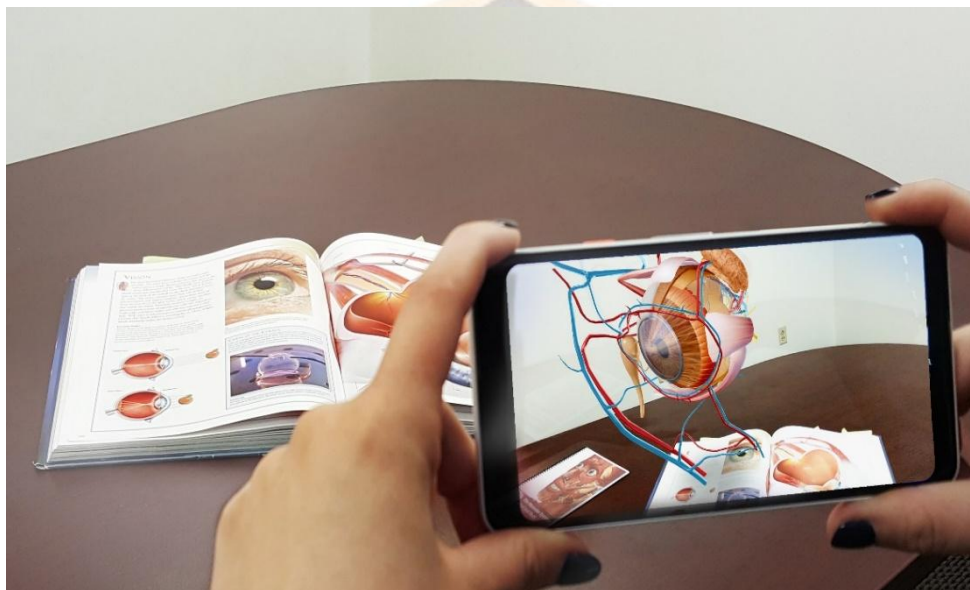
Gambar 2.1 *Fishbone Diagram* Identifikasi Permasalahan

2.2 Landasan Teori

2.2.1 *Augmented Reality (AR)*

Augmented Reality (AR) merupakan sebuah teknologi yang mengintegrasikan objek fisik di dunia nyata menjadi gambar atau objek virtual berdasarkan simulasi komputer. AR memungkinkan pengguna untuk mengalami dan berinteraksi dengan virtual 2D atau 3D (Arena et al., 2022). Pengguna dapat melihat dunia nyata di sekelilingnya dengan penambahan obyek virtual yang dihasilkan oleh komputer. Saat ini, teknologi AR digunakan di banyak bidang

mulai dari pendidikan, pariwisata, hiburan, hingga pemasaran. AR menambah nilai ekstra pada sebuah merek, terutama dalam pemasaran, serta menyediakan pengalaman interaktif bagi konsumen yang menggunakannya. Gambar 2.2-2.4 berikut ini memperlihatkan beberapa contoh penggunaan aplikasi *Augmented reality*



Gambar 2.2. *Augmented Reality* Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia



Gambar 2.3. *Game* Pokemon GO



Gambar 2.4. Google Maps View

2.2.2 Virtual Reality (VR)

Teknologi *Virtual reality* merupakan suatu cara untuk menampilkan sebuah gambar dalam bentuk media tiga dimensi atau yang biasanya lebih dikenal dengan sebutan 3D. Virtual Reality (VR) adalah teknologi komputer yang menggunakan headset virtual reality atau lingkungan multi-proyeksi untuk menghasilkan gambar, suara, dan lainnya yang realistis. Seseorang yang menggunakan perangkat VR dapat berinteraksi seolah-olah merasa melihat secara langsung dan secara fisik dalam lingkungan yang sudah dibuat sebelumnya. (Ariatama et al., 2021). Teknologi Virtual reality diklasifikasikan berdasarkan pengalaman pengguna, yaitu: (Torino & Galeano, 2017)

1. *Non-immersive*

Merupakan teknologi virtual reality yang paling sederhana. Dalam teknologi ini interaksi dengan lingkungan virtual dapat terjadi dengan cara konvensional memanfaatkan keyboard, mouse atau *trackball*. Dalam model ini lingkungan virtual dapat dilihat dengan menggunakan sistem berbasis desktop menggunakan monitor dengan resolusi tinggi

2. *Semi Immersive*

Semi-immersive merupakan sebuah simulasi yang menyajikan pengalaman yang lebih mendalam kepada pengguna. Pada konteks ini pengguna seolah-olah hadir

dalam lingkungan virtual namun tetap terhubung ke dunia nyata di sekitar. Simulasi semi-immersive didukung oleh sistem komputer grafis berkinerja tinggi dalam komputasi ditambah dengan sistem proyektor layar besar atau ganda untuk menstimulasi pengguna

3. *Fully Immersive*

Merupakan salah satu metode simulasi yang mengimplementasikan teknologi *virtual reality* yang sangat imersif. Sistem VR *Fully Immersive* memberikan pengalaman secara langsung dari lingkungan virtual. Secara umum, *fully* imersif menekankan pada kedalaman keterlibatan dan sensasi bahwa pengguna benar-benar berada kondisi sesungguhnya dengan pengalaman yang diberikan. Gambar 2.5-2.7 berikut menyajikan beberapa contoh penggunaan aplikasi *virtual reality*



Gambar 2.5. MileaLab VR



Gambar 2.6. *Virtual Reality Based Maintenance Simulation*



Gambar 2.7. *Virtual Reality Cockpit training*

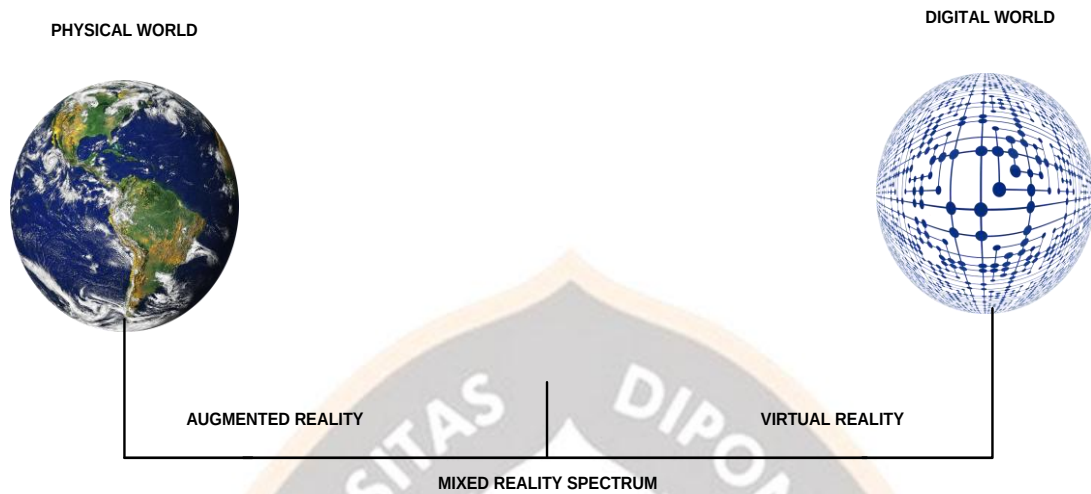
2.2.3 AR/VR dalam Manajemen Bencana

Manajemen Bencana meliputi kesiapsiagaan prabencana, tanggapan selama bencana, dan pemulihan pascabencana. AR/VR dapat diterapkan untuk membantu dalam perancangan rencana manajemen bencana sebelum keadaan bencana nyata terjadi. Persiapan sebelum keadaan bencana dapat dikategorikan menjadi dua bagian yaitu; memanfaatkan teknologi AR/VR untuk mengidentifikasi bahaya dan melakukan pelatihan keselamatan dalam lingkungan virtual

Pelatihan keselamatan adalah aplikasi penting lainnya dalam dimensi ini, di mana AR/VR menyediakan lingkungan bagi peserta untuk melakukan simulasi kedaruratan dengan mengacu pada tindakan yang mungkin dilakukan orang selama periode darurat, terutama termasuk evakuasi, pencarian, dan penyelamatan. AR/VR dapat memberi peneliti melakukan eksperimen terkait keadaan darurat tanpa menempatkan subjek dalam bahaya nyata. (Zhu & Li, 2021)

2.2.4 *Mixed Reality*

Mixed Reality (MR) didefinisikan sebagai sebuah kontinum yang menggabungkan dunia nyata dan dunia sintetiknya MR mampu memberikan pengalaman baru dalam dunia virtual dimana konsep ini merupakan penggabungan antara AR dengan VR. MR terdiri dari tiga elemen utama, yaitu *scene graph*, *display* dan *tracking*. Teknologi MR mewakili ruang virtual dengan perangkat lunak dan middleware untuk menggabungkan ruang virtual dengan dunia nyata. Untuk dapat menjalankan teknologi ini, pengguna harus mempersiapkan perangkat berupa kacamata yang diberi nama Microsoft HoloLens. Gambar 2.8 di bawah ini menggambarkan sebuah spektrum bagaimana MR itu bekerja dan berinteraksi di dalamnya (Rokhsaritalemi et al., 2020). Spektrum ini pada dasarnya menunjukkan berbagai lingkungan dari dunia nyata kedalam lingkungan virtual yang benar-benar nyata. Ruang di antara elemen dunia nyata mulai bercampur menjadi satu dengan virtual sehingga menjadi realitas campuran (*Mixed Reality*)



Gambar 2.8 Spektrum *Mixed Reality*

Dalam beberapa tahun terakhir, lingkungan simulasi telah dikembangkan untuk menciptakan kemungkinan baru dalam pengalaman yang lebih realistis (Scarparolo & Mayne, 2022). Semua disiplin ilmu yang memerlukan skenario untuk digunakan dalam penyampaian materi dapat memanfaatkan penerapan teknologi AR, VR, dan MR sebagai media pembelajaran di dalam kelas. Teknologi tersebut dapat digunakan dengan cara yang berbeda sebagai alat untuk memberikan pengalaman dan juga kesempatan kepada peserta didik untuk dapat mempraktikkan keterampilan mereka dalam lingkungan belajar yang aman.

2.2.5. Perangkat Teknologi Imersif

Terdapat dua jenis perangkat utama yang menghadirkan *Mixed Reality*:

1. Perangkat holografis : dicirikan dengan kemampuan perangkat untuk menampilkan objek digital seolah-olah mereka ada di dunia nyata.
2. Perangkat VR imersif : dicirikan dengan kemampuan perangkat untuk menciptakan rasa kehadiran dengan menghalangi dunia fisik dan menggantinya dengan pengalaman digital yang sepenuhnya imersif.

Tabel 2.2 Karakteristik Perangkat *Mixed Reality*

Karakteristik	Perangkat Holografis	Perangkat VR imersif	
Perangkat	Microsoft HoloLens 	Samsung HMD Odyssey+ 	Oculus Quest 2 
Display	Tampilan tembus Pandang (transparan). Memungkinkan pemakai melihat keadaan sekelilingnya.	Tampilan buram. Memblokir lingkungan fisik saat memakai headset.	Tampilan tembus Pandang (transparan). Memungkinkan pemakai melihat keadaan sekelilingnya.
Pergerakan (Movement)	Dilengkapi 6° kebebasan penuh, baik rotasi maupun translasi.	Dilengkapi 6° kebebasan penuh, baik rotasi maupun translasi.	Dilengkapi 6° kebebasan penuh, baik rotasi maupun translasi.

2.2.6 Contoh Perangkat Simulator Mitigasi Bencana

Perangkat simulator mitigasi bencana memiliki peran penting dalam mempersiapkan dan melatih orang untuk menghadapi situasi bencana. Berikut ini adalah beberapa contoh perangkat yang didesain untuk simulasi bencana:

1. *Disaster Virtual Reality Simulation* : merupakan media edukasi simulasi bencana berbasis teknologi Realitas Virtual yang dikembangkan oleh *Disaster Management Center* (DMC) untuk simulasi pelatihan bagi para calon relawan maupun khalayak umum. Pengalaman yang didapatkan oleh pengguna akan dirasakan seperti di dunia nyata (*real world*) melalui dunia maya (virtual) buatan. Gambar 2.9 berikut memperlihatkan penggunaan *Disaster Virtual Reality Simulation*



Gambar 2.9 *Virtual Disaster Simulation*

2. Game Edukasi Mitigasi Bencana (GEMPA)

Sebuah *game* yang dibuat untuk mengajarkan secara jelas kepada anak-anak autis tentang teknik penyelamatan melalui gambar, simulasi, dan demonstrasi yang membahas mitigasi bencana gempa bumi dalam bahasa yang mudah dipahami. (Kurniawan et al., 2017). Gambar 2.10 berikut memperlihatkan tampilan dari aplikasi GEMPA



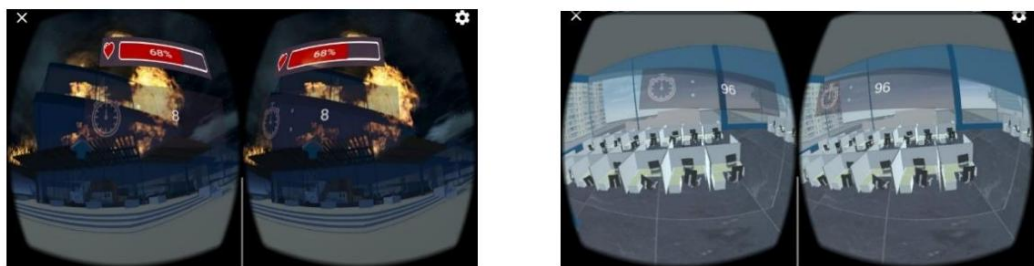
Gambar 2.10. Game Edukasi Mitigasi Bencana (GEMPA)

3. *Tyfirequake* : Sebuah perangkat simulasi yang didesain menggunakan teknologi VR untuk simulasi bencana kebakaran, gempa bumi dan badai topan bagi anak-anak (Balahadia, 2023).



Gambar 2.11. *Tyfirequake* Simulator

4. RITB (*Recsue in The Building*) : Merupakan aplikasi simulasi evakuasi gempa dan kebakaran dengan teknik *Virtual Reality* berbasis Android yang dikembangkan oleh (Arrahman et al., 2018).



Gambar 2.12. RITB (*Recsue in The Building*)

2.2.7 Perbandingan dan Keunggulan Perangkat Eksisting dengan MRSi

Perbandingan sistem eksisting dengan perangkat MRSi dapat dilihat dari beberapa aspek utama, seperti teknologi yang digunakan, pendekatan pembelajaran, tingkat imersi, serta fleksibilitas penggunaannya. Tabel 2.3 berikut diperlihatkan perbandingannya:

Tabel 2.3. Perbandingan dan Keunggulan Perangkat Eksisting dengan MRSi

Aspek	Sistem Eksisting	MRSi
Teknologi yang Digunakan	Mayoritas menggunakan Virtual Reality (VR) dengan tampilan digital 3D dalam lingkungan virtual tertutup.	Menggunakan Holographic Mixed Reality (HMR), yang memungkinkan objek virtual ditampilkan di dunia nyata dalam bentuk hologram interaktif.
Visualisasi & Interaksi	Menggunakan controller VR atau pelacakan tangan untuk navigasi dalam dunia virtual.	Menggunakan gesture tangan, suara, dan pelacakan mata untuk berinteraksi langsung dengan hologram.
Tingkat Imersif & Realisme	Imersif tinggi tetapi bisa menyebabkan cybersickness akibat keterbatasan sudut pandang dan pergerakan terbatas dalam lingkungan VR.	Imersif lebih alami karena pengguna tetap berada di dunia nyata dengan tambahan elemen virtual yang menyatu secara kontekstual.
Fleksibilitas Penggunaan	Harus berada dalam ruang yang aman, karena pengguna tidak bisa melihat lingkungan sekitarnya saat menggunakan VR.	Bisa digunakan dalam situasi dunia nyata, karena pengguna tetap sadar terhadap lingkungannya.
Keamanan & Adaptasi dalam Pelatihan	Simulasi dalam VR dapat membuat pengguna kehilangan kesadaran terhadap lingkungan nyata, berisiko jika digunakan dalam kondisi lapangan	Dengan teknologi holografis, pengguna tetap bisa melihat lingkungan sekitarnya, sehingga lebih aman dan bisa digunakan dalam pelatihan langsung di lokasi bencana atau latihan evakuasi nyata.

MRSi berbasis teknologi holografis lebih unggul dalam hal realisme, fleksibilitas, dan keamanan dibandingkan simulator berbasis VR murni. Pengguna dapat berinteraksi langsung dengan elemen virtual tanpa kehilangan kesadaran terhadap lingkungan sekitar, sehingga lebih efektif untuk simulasi mitigasi bencana dalam skenario dunia nyata.

2.2.8 Interaksi Manusia dan Komputer (*Human-Computer Interaction*)

HCI merupakan studi yang mempelajari interaksi antara manusia dan komputer. Antarmuka adalah jembatan yang memungkinkan manusia berkomunikasi dan berinteraksi dengan komputer. Ini termasuk semua

elemen visual dan fungsional pada perangkat lunak atau perangkat keras yang pengguna gunakan. Idealnya, interaksi manusia-komputer tidak bergantung pada bahasa mesin. Dengan adanya keyboard dan peralatan mouse, proses komunikasi manusia-komputer dapat diwujudkan kapanpun dan dimanapun, pandangan manusia, gerakan tangan, dan tubuh dapat digunakan sebagai sarana yang menjembatani antara komunikasi antara manusia dan computer (Nguyen, 2012)

2.2.9 *Depth of Field (DoF)*

Depth of Field (DOF) menerapkan keburaman pada pemandangan berdasarkan jarak di depan, atau di belakang, titik fokus. Efeknya dapat digunakan untuk menarik perhatian pengguna ke subjek bidikan tertentu berdasarkan kedalaman dan menambahkan estetika untuk membuat rendering tampak lebih seperti foto, atau film. *Depth of Field*, juga dikenal sebagai rentang fokus efektif jarak antara objek terdekat dan terjauh dalam pemandangan yang tampak fokus. (Konrad, 2014). Depth of field adalah properti optik di dunia fisik dan sistem visual manusia telah berevolusi untuk menggunakan informasi agar menghasilkan pemandangan dengan lebih baik. DoF membantu mencapai realisme dan meningkatkan persepsi pengguna terhadap pemandangan 3D (Alhashim, 2008), (Farella et al., 2022)

2.2.10 **Bencana**

WHO menggambarkan bencana sebagai “setiap peristiwa yang menyebabkan gangguan terhadap lingkungan, hilangnya nyawa manusia, dan hilangnya layanan kesehatan. Hal itu membutuhkan intervensi luar biasa dari mana saja di komunitas atau area yang terkena.” Sementara konsep bencana dapat bervariasi dari satu ahli ke ahli lainnya, bencana dapat mendefinisikan banyak profesional kesehatan masyarakat sebagai bencana luar biasa yang tiba-tiba, yang mempengaruhi atau mengancam Kesehatan (Sharma et al., 2021) Secara umum, bencana adalah bahaya alam atau ulah manusia, yang

mengakibatkan kerugian fisik yang signifikan, korban jiwa, dan kerusakan. Bencana seolah-olah dapat digambarkan sebagai insiden yang timbul dari berbagai peristiwa yang terjadi, seperti angin topan, banjir, kebakaran, atau letusan. Ini adalah praktik di mana bencana dapat merusak kehidupan orang, harta benda, dan kehidupan ekonomi, budaya, dan sosial. Bencana dapat memiliki ciri-ciri seperti kecepatan, urgensi, kepanikan, ketidakpastian, bahaya, dan hilangnya nyawa manusia serta harta benda.

2.2.11 Jenis-Jenis Bencana

Jenis bencana mengacu pada kelompok bencana dapat diklasifikasikan berdasarkan pada akar penyebab bencana. Menurut *International Disaster Database* (EM-DAT), ada dua kelompok utama bencana, yaitu bencana alam dan gangguan teknologi (Phengsuwan et al., 2021)

1. **Bencana alam**

Merupakan peristiwa alam yang muncul dari proses atau fenomena alam dan dapat menyebabkan hilangnya nyawa orang dan harta benda. Bencana alam lebih jauh dibagi menjadi enam sub-kelompok: biologi, geofisika, klimatologi, hidrologi, meteorologi, dan bencana ekstra-terrestrial. Sebagai contoh misalnya banjir, tanah longsor, gempa bumi, dan tsunami

2. **Kegagalan Teknologi**

Merupakan konsekuensi dari proses teknologi atau kegiatan manusia. Beberapa contoh bencana teknologi adalah industri dan kecelakaan transportasi.

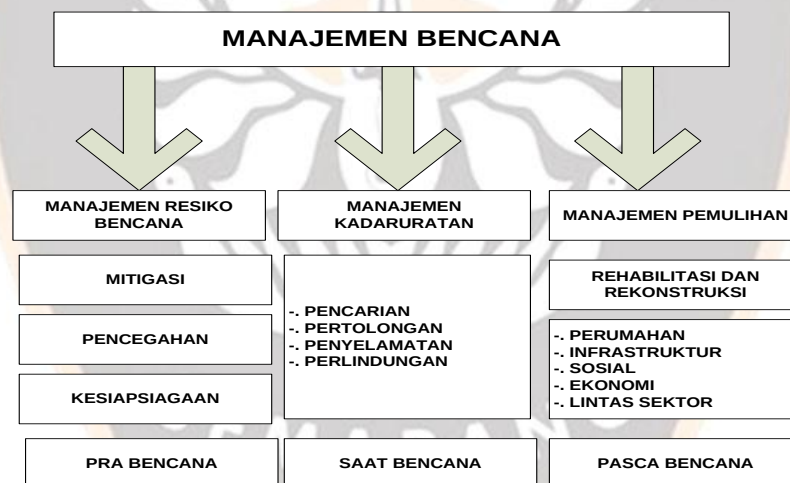
2.2.12 Manajemen Bencana

Manajemen bencana didefinisikan sebagai tindakan segera dan tepat untuk mengatasi bencana dan komponen serta konsekuensinya di bawah tekanan waktu dan ancaman karena bahaya yang membayangi dan kurangnya informasi yang akurat serta sumberdaya yang memadai. Tindakan seperti itu perlu direncanakan

Manajemen bencana bertujuan untuk mengatasi dan mengurangi potensi kerugian dari bahaya, dengan memastikan bantuan serta pemulihan kepada para korban dapat dilakukan secara cepat, tepat dan efektif (Khan et al., 2008)

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.13, secara umum manajemen bencana dapat dikelompokkan menjadi 3 tahapan dengan beberapa kegiatan sebagai berikut:

1. Pra bencana : merupakan upaya yang mempunyai fungsi utama mengurangi resiko bencana dengan tindakan preventif atau persiapan sejak jauh hari sebelum bencana datang, misalnya berupa edukasi mengenai penanggulangan dan membangun infrastruktur
2. Saat bencana : merupakan bentuk upaya penyelamatan berupa kegiatan evakuasi dan penyelematan harta benda
3. Pasca bencana : merupakan tahapan pemulihan kembali terhadap kawasan atau lokasi terdampak



Gambar 2.13. Manajemen Bencana (UU Nomor 24 Tahun 2007)

2.2.13 Mitigasi Bencana

Berbicara tentang mitigasi bencana, aspek utamanya meliputi sosial, ekonomi, kapasitas masyarakat, kelembagaan, dan infrastruktur (Fuady et al., 2021). Sesuai dengan tujuan utamanya mitigasi bencana adalah upaya untuk meminimalisir berbagai resiko serta dampak yang timbul akibat bencana.

Kesiapsiagaan bencana dicapai melalui langkah-langkah kesiapan yang efektif untuk mempercepat tanggap darurat, rehabilitasi, pemulihan serta menghasilkan bantuan yang cepat, dan tepat sasaran. Persyaratan mitigasi yang efektif dapat mencakup beberapa hal yaitu:

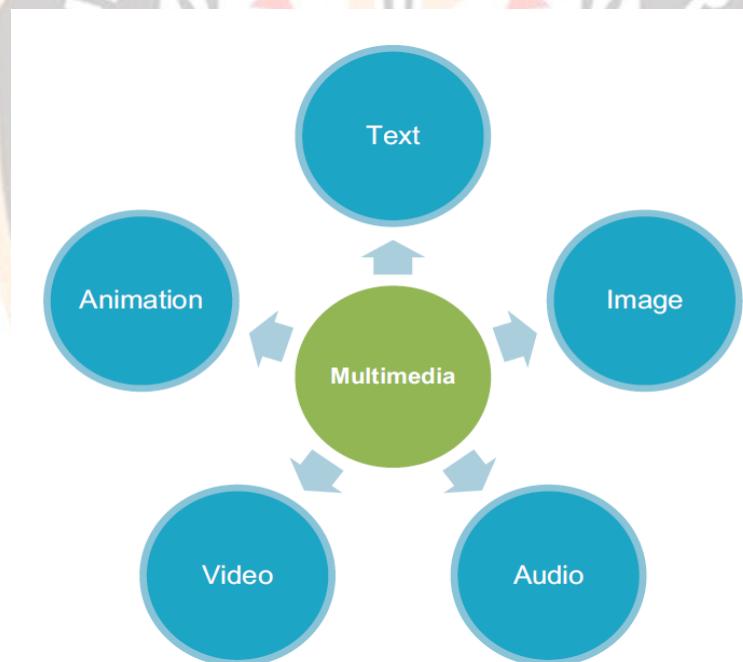
1. Kebijakan penanggulangan bencana nasional harus memuat semua aspek manajemen bencana dan mitigasi secara komprehensif
2. Pemantaun dan penilaian resiko bencana dilakukan secara tepat sehingga ancaman bahaya dapat diidentifikasi
3. Perencanaan dan analisis dilakukan secara akurat terhadap resiko bahaya atau ancaman dari bencana yang ditimbulkan
4. Kesiapan Pemerintah untuk melaksanakan kegiatan atau program mitigasi
5. Melakukan evaluasi dan tinjauan, untuk mengetahui sebab-akibat semua peristiwa bencana, sebagai saran dan masukan kepada pemerintah untuk tindakan mitigasi
6. Meyakinkan kepada masyarakat bahwa, langkah-langkah mitigasi tidak hanya dilakukan pada pemerintah saja namun semua masyarakat perlu untuk melaksanakannya.
7. Memberikan penyuluhan berupa program atau kegiatan secara terus menerus dan memadai, kepada masyarakat akan pentingnya mitigasi

2.2.14 Media Pembelajaran

Media pembelajaran adalah segala bentuk alat atau sumber daya yang digunakan untuk membantu proses belajar mengajar. Tujuannya adalah untuk menyampaikan informasi, mempermudah pemahaman materi, dan meningkatkan efektivitas pembelajaran. Pesan atau informasi yang dibawa oleh media pembelajaran dapat berupa pesan-pesan yang disusun untuk memenuhi kebutuhan pembelajaran dan kemampuan siswa agar siswa dapat berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran. (Widodo & Wahyudin, 2018). Menurut Miarso dalam (Puspitarini & Hanif, 2019), media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyampaikan pesan kepada siswa sehingga merangsang

perasaan siswa, pikiran, kemauan, dan perhatian dalam sebuah proses pembelajaran. Sistem pembelajaran saat ini mengharuskan siswa tidak hanya sebagai penerima materi, tetapi juga sebagai penyampai atau komunikator materi, sehingga memungkinkan terjadinya komunikasi dua arah atau lebih. Proses pembelajaran akan terjadi jika ada komunikasi antara penerima pesan dengan sumber/saluran pesan melalui media. Salah satu fungsi media pembelajaran adalah sebagai alat bantu dalam penyampaian materi dan pembelajaran. Saat ini dengan perkembangan teknologi yang demikian pesat pengembangan media pembelajaran diharapkan dapat membantu memotivasi siswa dalam proses belajar, salah satunya dengan memanfaatkan media pembelaran berbasis multimedia atau media digital.

Media digital meliputi berbagai komponen seperti teks, gambar, audio, video, dan animasi. Media ini dapat disajikan melalui berbagai metode, termasuk video instruksional, permainan, dan simulasi (Martin & Betrus, 2019)



Gambar 2.14. Elemen dasar Multimedia

2.2.15 Analisis Sentimen

Analisis sentimen adalah proses komputasional yang digunakan untuk mengekstrak, mengidentifikasi, dan memahami sentimen atau opini

yang terdapat dalam teks. Tujuannya adalah untuk menentukan apakah sentimen dalam teks tersebut bersifat positif, negatif, atau netral. Analisis sentimen biasanya dilakukan dalam konteks analisis data teks dan pemrosesan bahasa alami (NLP). Analisis sentimen, juga disebut penambangan opini, adalah bidang studi yang menganalisis ulasan, evaluasi, penilaian, sikap, dan emosi pengguna terhadap produk, layanan, topik, dan atributnya. Analisis sentimen otomatis diperlukan karena rata-rata pembaca akan kesulitan mengidentifikasi situs yang relevan, mengekstraksi dan merangkum pendapat-pendapat yang ada di dalamnya (Alamsyah et al., 2015). Terdapat beberapa langkah dalam melakukan analisis sentimen diantaranya yaitu (Aqlan et al., 2019) :

1. Pengumpulan data : Menentukan sumber data yang akan digunakan untuk analisis sentimen, seperti ulasan produk, posting media sosial, atau artikel berita. Pastikan data tersebut mencakup informasi yang relevan dengan tujuan analisis
2. *Pre-processing* Teks : Bertujuan untuk membersihkan dan menormalkan teks. Ini bisa melibatkan langkah-langkah seperti penghapusan tanda baca, tokenisasi, penghapusan stop words, stemming atau lemmatisasi, dan lainnya. Preprocessing membantu mempersiapkan data untuk analisis lebih lanjut.
3. Ekstraksi Fitur (Vektorisasi) : Mengubah teks menjadi representasi numerik yang dapat dimengerti oleh algoritma klasifikasi. Ini bisa dilakukan dengan ekstraksi fitur teks seperti vektorisasi teks menggunakan vektor TF-IDF atau penghitungan frekuensi kata.
4. Pembagian Data : Membagi data menjadi set data latih dan set data uji. Set data latih digunakan untuk melatih model analisis sentimen, sedangkan set data uji digunakan untuk menguji kinerja model.
5. Pemilihan Model : Pilih model analisis sentimen yang sesuai dengan data Anda dan tujuan analisis Anda. Beberapa model yang umum digunakan seperti Naive Bayes, Support Vector Machines (SVM), atau lainnya

6. Evaluasi : Evaluasi kinerja model menggunakan set data uji. Gunakan metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, F1-score, atau AUC-ROC untuk mengevaluasi seberapa baik model dalam memprediksi sentimen.

2.2.16 *Exploratory Data Analysis (EDA)*

Exploratory Data Analysis (EDA) adalah proses analisis data yang digunakan untuk mengeksplorasi dan memahami karakteristik, pola, dan hubungan dalam dataset. EDA adalah proses evaluatif eksekusi data untuk mengungkap desain, memecahkan masalah, pengujian hipotesis berdasarkan analitis. EDA dilakukan berdasarkan kumpulan data sampel (Panda et al., 2022). Persepsi data dapat diperoleh lebih banyak dengan melakukan EDA pada sampel Himpunan data.

2.2.17 *Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF)*

Teknik yang paling umum digunakan untuk menetapkan bobot kata dalam pencarian informasi adalah metode TF-IDF. Metode ini juga dikenal karena efisiensinya, kemudahan penggunaannya, dan mampu menghasilkan hasil yang akurat. (Qaiser & Ali, 2018). Metode *Term Frequency Inverse Document Frequency* (TF-IDF) adalah cara pemberian bobot hubungan suatu kata (*term*) terhadap dokumen.

TF-IDF adalah ukuran statistik yang digunakan untuk menilai seberapa penting suatu kata dalam dokumen tertentu atau dalam kumpulan dokumen. Dalam konteks dokumen tunggal, setiap kalimat dianggap sebagai dokumen terpisah. Frekuensi kemunculan kata dalam dokumen menunjukkan tingkat kepentingan kata tersebut di dokumen itu, sementara frekuensi dokumen yang mengandung kata tersebut mengindikasikan seberapa umum kata itu. Bobot kata akan meningkat jika kata tersebut sering muncul dalam dokumen dan menurun jika kata tersebut muncul di banyak dokumen. TF-IDF digunakan rumus untuk menghitung bobot (W) masing masing dokumen terhadap kata kunci dengan persamaan berikut :

$$W_{dt} = tf_{dt} * Idt \quad (2.1)$$

Keterangan:

Wdt= bobot dokumen ke d terhadap kata ke t

tfdt = banyaknya kata yang dicari pada sebuah dokumen

Idft = Inversed Document Frequency ($\log(N/df)$)

N = total dokumen

df = banyak dokumen yang mengandung kata yang dicari.

2.2.18 Confusion Matrix

Confusion matrix adalah alat evaluasi yang digunakan dalam *Machine learning*, terutama dalam tugas klasifikasi, untuk mengevaluasi kinerja model dengan membandingkan prediksi model dengan nilai yang sebenarnya. Dalam pengujian keakuratan hasil pencarian akan dievaluasi nilai *recall*, *precision*, *accuracy*, dan *error rate*. Dimana *precision* mengevaluasi kemampuan system untuk menemukan peringkat yang paling relevan, dan didefinisikan sebagai presentase dokumen yang di *retrieve* dan benar-benar relevan terhadap *query*. *Recall* mengevaluasi kemampuan sistem untuk menemukan semua item yang relevan dari koleksi dokumen dan didefinisikan sebagai presentase dokumen yang relevan terhadap *query*. *Accuracy* merupakan perbandingan kasus yang diidentifikasi benar dengan jumlah seluruh kasus dan *error rate* merupakan kasus yang diidentifikasi salah dengan jumlah seluruh kasus.

Dari *confusion matrix*, beberapa metrik evaluasi kinerja model klasifikasi dapat dihitung dengan persamaan (Ting, 2017):

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{(TP+TN+FP+FN)} \quad (2.2)$$

$$Precision = \frac{TP}{(TP+FP)} \quad (2.3)$$

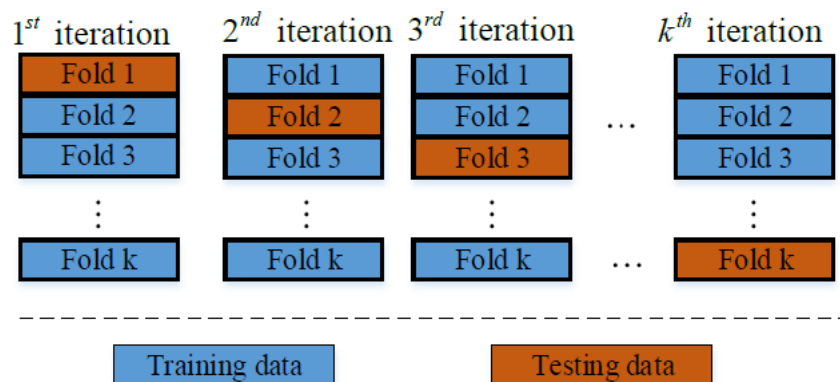
$$Recall = \frac{TP}{(TP+FN)} \quad (2.4)$$

$$F1 - Score = 2 * \frac{(Precision * Recall)}{(Precision + Recall)} \quad (2.5)$$

2.2.19 K-Fold Cross Validation

K-Fold Cross-Validation adalah metode yang umum digunakan untuk mengevaluasi kinerja model dalam machine learning. Validasi silang K-fold (CV) juga merupakan sebuah pendekatan untuk memastikan kemungkinan bahwa hasil pembelajaran mesin dihasilkan secara kebetulan dan sering kali mengungguli pengujian hipotesis konvensional. Peningkatan ini menggunakan pengukuran yang diperoleh langsung dari klasifikasi pembelajaran mesin, seperti akurasi, yang tidak memiliki deskripsi parametrik (Gorriz et al., 2024). Dalam machine learning dataset menjadi k bagian (biasanya $k = 5$ atau $k = 10$), yang disebut lipatan atau fold. Pada setiap iterasi, salah satu dari k fold digunakan sebagai data validasi (data yang tidak digunakan untuk melatih model) sementara $k-1$ fold lainnya digunakan sebagai data pelatihan. Proses ini diulangi k kali sehingga setiap fold digunakan sebagai data validasi tepat sekali. Selanjutnya, metrik evaluasi kinerja model dihitung dengan menggabungkan hasil dari setiap iterasi (Nti et al., 2021).

Teknik validasi silang K-fold, mampu membedakan tingkat kesalahan metrik kinerja sebelum dan sesudah diterapkan (S. Rana & Gautam, 2023)



Gambar 2.15. K-Fold Cross Validation ((Nti et al., 2021)

2.2.20 Algoritma Naïve Bayes

Naive Bayes merupakan salah satu metode klasifikasi yang sering dipakai dalam analisis sentimen. (Martiti & Juliane, 2021). Analisis sentimen, bertujuan untuk menentukan sentimen atau pendapat yang terkandung dalam teks, apakah itu

positif, negatif, atau netral. Algoritma Naïve bayes bekerja berdasarkan teorema bayes. Dalam algoritma Naïve Bayes, teorema Bayes diterapkan dengan menggabungkan probabilitas kondisional dalam sebuah formula yang memungkinkan perhitungan probabilitas untuk setiap kemungkinan klasifikasi.

2.2.21 Vertex Decimation

Vertex Decimation adalah metode untuk menyederhanakan geometri 3D dengan mengurangi jumlah titik-titik (*vertex*) dalam mesh atau model 3D. Pendekatan ini sangat berguna dalam grafika komputer, terutama ketika bekerja dengan model yang kompleks dan ingin mengurangi jumlah titik untuk mengoptimalkan kinerja atau memfasilitasi proses pengolahan data selanjutnya (Schroeder et al., 1992). Dalam teori ini, setiap titik yang dihapus harus dilakukan dengan mempertimbangkan dampaknya terhadap representasi geometris keseluruhan. Idealnya, titik-titik yang dihapus adalah yang memiliki dampak terendah pada penampilan visual atau kualitas model

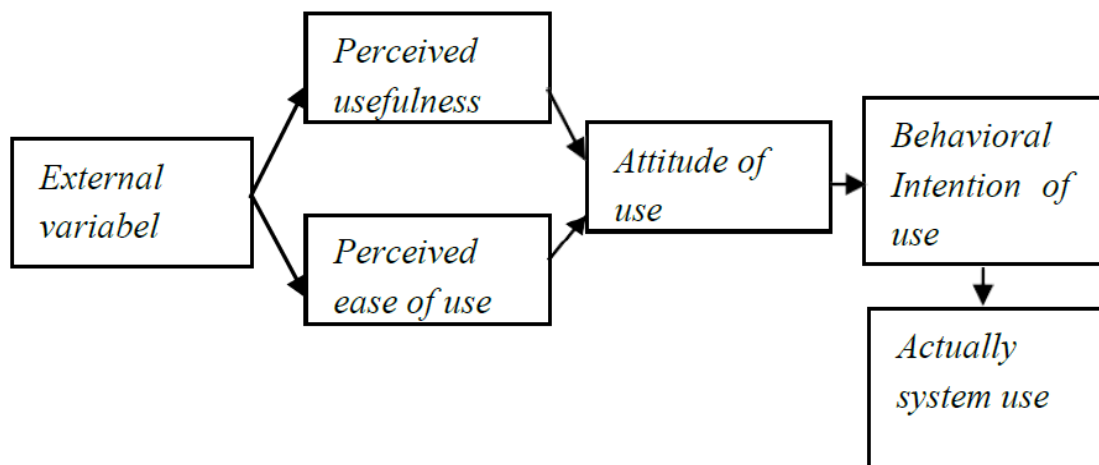
2.2.22 TAM (*Technology Acceptance Model*)

Model Penerimaan Teknologi (TAM) adalah kerangka kerja yang paling umum digunakan untuk menyelidiki bagaimana sebuah teknologi diterima oleh pengguna. TAM telah terbukti menjadi salah satu model informasi yang paling efektif untuk memprediksi penerimaan pengguna dan perilaku penggunaan sebuah teknologi atau sistem informasi. (Fred D . Davis, 1996)

TAM diusulkan oleh Davis (1989) sebagai adaptasi dari *Theory of Planned Behavior* (TPB). Variabel utama dalam model TAM menentukan niat individu untuk menggunakan atau mengadopsi teknologi (Durodolu, 2016). Kerangka dasar TAM menyatakan bahwa persepsi terhadap kegunaan dan kemudahan penggunaan dapat memprediksi sikap pengguna serta niat mereka untuk mengadopsi teknologi informasi. Kegunaan yang dirasakan merujuk pada keyakinan pengguna bahwa teknologi tersebut berfungsi dengan efisien, dan memungkinkan mereka untuk dapat dengan mudah mempelajarinya. Sedangkan kemudahan penggunaan merujuk pada sejauh mana pengguna merasa teknologi tersebut mudah digunakan

Menurut (Natasia et al., 2021) sikap, persepsi positif atau negatif orang tentang niat untuk mengadopsi suatu sistem didasarkan pada manfaat dan kemudahan penggunaannya. Jika penggunaan teknologi semakin baik maka kinerja atau efisiensi juga akan baik. Variabel atau konstruk pada TAM ditentukan oleh; persepsi kemudahan (*perceived ease of use*), persepsi kegunaan (*perceived usefulness*), sikap dalam menggunakan (*attitude toward using*), perilaku untuk tetap menggunakan (*behavioral intention to use*), dan kondisi nyata penggunaan sistem (*actual system usage*).

Meskipun TAM telah ditemukan menjadi model yang kuat dalam penelitian sebelumnya, juga telah disarankan untuk perluas model ini dengan spesifikasi individu atau factor eksternal lainnya (Cosío, 2019). Gambar 2.16 dibawah ini memperlihatkan model dari TAM yang diperkenalkan oleh (Davis, 1985)



Gambar 2.16. *Technology Acceptance Model* (Davis, 1985)

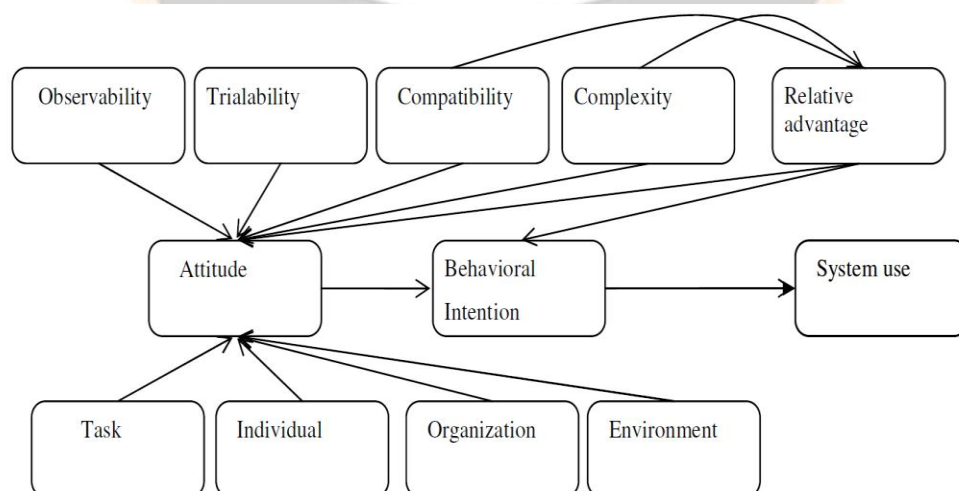
2.2.23 IDT (*Innovation diffusion theory*)

Teori Difusi Inovasi atau *Innovation diffusion theory* (IDT) merupakan teori yang dikemukakan oleh Everret M. Rogers pada tahun 1983. Dalam teorinya adopsi diartikan sebagai keputusan untuk menerima atau menolak sebuah inovasi, sedangkan difusi diartikan sebagai sebuah proses dimana suatu inovasi dikomunikasikan melalui saluran tertentu dari waktu ke waktu diantara komunitas sosial. Terdapat lima karakteristik utama yang menjadi penentu diterimanya sebuah

inovasi, yaitu *Relative advantage*, *Compatibility*, *Complexity*, *Triability*, dan *Observability*. *Relative advantage* didefinisikan sebagai derajat dimana penerapan suatu inovasi dianggap membawa perubahan menjadi lebih baik dari sebelumnya. *Compatibility* mengacu pada sejauh mana inovasi dianggap konsisten dengan potensi dan kebutuhan pengguna berdasarkan hasil yang diberikan selama inovasi tersebut diterapkan. *Complexity* didefinisikan sebagai tingkat kesulitan dan kemudahan pengguna dalam memahami inovasi yang digunakan. *Triability* mengacu pada sejauh mana inovasi dapat diuji pada landasan terbatas. *Observability* mengukur sejauh mana hasil inovasi dapat diamati dan terlihat oleh orang lain (Tanye, 2016).

2.2.24 Hybrid Technology Acceptance Model (HTAM)

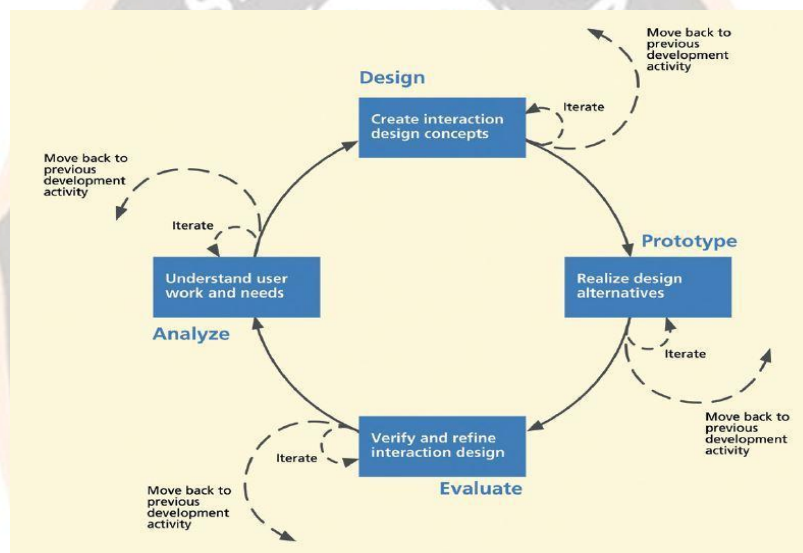
Hybrid Technology Acceptance Model (HTAM) pertama kali diusulkan oleh Wu dan Wu, 2005 dalam penelitiannya yang berjudul “*A hybrid technology acceptance approach for exploring e-CRM adoption in organizations*”. HTAM merupakan pengintegrasian dari metode TAM dan IDT. Pengintegrasian metode tersebut didasari karena pada metode TAM tidak memberikan bukti lebih lanjut bagaimana sikap terbentuk dan bagaimana sikap itu berkembang menjadi keputusan penerimaan atau penolakan akhirnya. Dengan demikian pengintegrasian diperlukan untuk bisa saling melengkapi.



Gambar 2.17. *Hybrid Technology Acceptance Model* (Wu & Wu, 2005)

2.2.25 Siklus *The Wheel/UX Experience Method*

Siklus *The Wheel* berasal dari *The UX Book* (Hartson, R. & Pyla, 2012). Metode ini terdiri dari beberapa tahapan dalam sebuah siklus. Metode ini juga merupakan sebuah metode yang memperhatikan pengalaman pengguna (UX). Tahapan dari metode tersebut mengikuti tahapan dari aktivitas elemental UX, yaitu analisis, desain, *prototype*, dan evaluasi. Alur dari metode *The Wheel* dapat dilihat pada Gambar 2.18. Menurut Hartson Phyla (2012) dalam, (Ridwansyah, 2018), UX memiliki empat komponen utama, yaitu, *Usability*, *Usefulness*, *Functionality* dan *Emotional Impact*



Gambar 2.18. Siklus metode *The Wheel* (Hartson dan Pyla 2012)

2.2.26 *Heuristic Evaluation*

Metode ini adalah salah satu pendekatan pengujian yang melibatkan para ahli. Dikembangkan oleh Jakob Nielsen, metode evaluasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelemahan dalam desain antarmuka suatu perangkat lunak. Evaluasi heuristik melibatkan sekelompok kecil evaluator yang menguji dan menilai antarmuka berdasarkan prinsip-prinsip heuristik yang telah ditetapkan, sebagaimana diusulkan oleh (Sutcliffe & Gault, 2004) melakukan perubahan dan penyesuaian pada prinsip-prinsip heuristik yang menghasilkan 12 prinsip baru

yang dapat digunakan dalam menilai usability. Prinsip-prinsip heuristik yang dihasilkan diperlihatkan pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Parameter *Heuristic Evaluation*

No	Paramter Heuristik	Deskripsi
1	<i>Natural engagemen</i>	Interaksi mendekati harapan pengguna
2	<i>Compatibility with the user's task and domain</i>	Lingkungan maya dan perilaku setiap objek mirip dengan aslinya
3	<i>Natural expression of action</i>	Memberikan kebebasan bagi pengguna dalam berinteraksi dan eksplorasi secara alami
4	<i>Close coordination of action and representation</i>	Representasi yang nyata tanpa adanya <i>lag</i> pada tampilan
5	<i>Realistic feedback</i>	Umpan balik dari interaksi pengguna dapat terlihat dengan cepat dan sesuai dengan ekspektasi user
6	<i>Faithful viewpoints</i>	Representasi visual pada dunia virtual dapat menyesuaikan persepsi normal pengguna dan perubahan sudut pandang oleh gerakan kepala tidak menyebabkan penundaan/delay
7	<i>Navigation and orientation support</i>	Pengguna tahu di mana keberadaan mereka dalam dunia virtual yang dimasukinya
8	<i>Clear entry and exit points</i>	Dapat masuk dan keluar dari dunia virtual dengan mudah
9	<i>Consistent departures</i>	Adanya konsistensi dalam representasi objek
10	<i>Support for learning</i>	Objek yang diperlihatkan dapat memberi wawasan/pembelajaran bagi pengguna
11	<i>Clear turn-taking</i>	Representasi pengguna atau avatar di dunia <i>virtual</i> dapat berkomunikasi dan berinteraksi satu sama lain secara bergantian.
12	<i>Sense of presence</i>	Persepsi pengguna yang berhubungan dengan keterlibatan dan perasaan, harus membuat pengguna seolah-olah mereka berada di dunia nyata.

Untuk menentukan tingkat permasalahan terhadap suatu sistem, maka digunakan skala penilaian (*Severity rating*) yang ditunjukkan pada Tabel 2.5 berikut ini :

Tabel 2.5 Skala Penilaian Berdasarkan Peringkat Permasalahan

Skor (Peringkat)	Keterangan	
0	Bukan permasalahan	
1	<i>Cosmetic</i>	Masalah tidak perlu diperbaiki kecuali terdapat waktu tambahan
2	<i>Minor</i>	Masalah dapat diperbaiki tetapi memiliki prioritas rendah
3	<i>Major</i>	Masalah dapat diperbaiki dan memiliki prioritas tinggi
4	<i>Catastrophe</i>	Masalah harus diperbaiki sebelum produk dipublikasikan

2.2.27 System Usability Scale

SUS adalah kuesioner standar yang dirancang untuk menilai persepsi kegunaan suatu sistem, aplikasi, atau produk. (Lewis & Sauro, 2018). SUS terdiri dari kuesioner dengan 10 pertanyaan yang dirancang untuk mendapatkan penilaian dari pengguna mengenai pengalaman mereka menggunakan sistem tersebut.

Kuesioner ini menggunakan skala *likert* 5 poin, di mana responden menunjukkan sejauh mana mereka setuju atau tidak setuju dengan setiap pernyataan. Skor SUS kemudian diinterpretasikan untuk menilai tingkat kegunaan sistem seperti diperlihatkan pada Tabel 2.6

Tabel 2.6 Interpretasi Score SUS

SUS Score	Grade	Adjective Rating
>80.3	A	<i>Excelent</i>
70-85	B	<i>Good</i>
50-70	C	<i>OK</i>
25-50	D	<i>Poor</i>
0-20	F	<i>Worst Imaginable</i>

Terdapat beberapa aturan untuk menghitung skor SUS. Berikut aturan perhitungannya :

1. Setiap pertanyaan bernomor ganjil, skor setiap pertanyaan yang didapat dari skor pengguna akan dikurangi 1.
2. Setiap pertanyaan bernomor genap, skor akhir didapat dari nilai 5 dikurangi skor pertanyaan yang didapat dari pengguna.
3. Skor SUS didapat dari hasil penjumlahan skor setiap pertanyaan yang kemudian dikali 2,5.

Aturan perhitungan skor berlaku pada 1 responden. Untuk perhitungan selanjutnya, skor SUS dari masing-masing responden dicari skor rata-ratanya dengan menjumlahkan semua skor dan dibagi dengan jumlah responden.

perhitungan *score* SUS diperlihatkan pada persamaan 2.6 sebagai berikut :

$$x = \frac{\sum x}{n} \quad (2.6)$$

Keterangan :

x = Skor rata-rata

$\sum x$ = Jumlah skor SUS

n = Jumlah responden

2.2.28 *Cybersickness*

Penyakit dunia maya (*Cybersickness*) adalah masalah signifikan dalam penggunaan perangkat realitas virtual. Beberapa masalah yang terkait dengan sistem realitas virtual diasumsikan terjadi dari desain sistem yang buruk, termasuk adegan (*scene*) virtual dan strategi kontrol pengguna (Ramaseri Chandra et al., 2022) kekurangan seperti distorsi gambar, isyarat visual, dan kerentanan pengguna individu. *Cybersickness*, yang biasanya mengakibatkan mata lelah, pusing, atau mual, dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk jenis kelamin, usia, kondisi kesehatan, dan posisi pengguna saat menggunakan perangkat VR. Selain itu, gangguan teknis pada perangkat VR juga dapat menjadi salah satu penyebab *cybersickness*.

2.2.29 *Structure Equation Modelling (SEM)*

Structure Equation Modelling adalah teknik multivariat yang kuat dan semakin sering digunakan dalam penelitian ilmiah untuk menguji dan menilai hubungan kausal multivariat. Berbeda dengan pendekatan pemodelan lainnya, SEM memungkinkan pengujian dampak langsung dan tidak langsung berdasarkan asumsi hubungan kausal. SEM adalah metode statistik yang telah ada hampir 100 tahun dan telah berkembang selama tiga generasi (Fan et al., 2016). SEM dapat digunakan untuk menggambarkan keterkaitan hubungan linier secara simultan antara variabel pengamatan (indikator) dan variabel yang tidak dapat diukur secara langsung (variabel laten)



SEKOLAH PASCASARJANA