

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Era digital telah membawa perubahan yang signifikan pada banyak aspek kehidupan, termasuk dunia pendidikan. Pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi memungkinkan terciptanya inovasi baru dalam metode pembelajaran dan interaksi.

Salah satu teknologi yang saat ini sedang naik daun adalah konsep *Virtual Reality (VR)* dan *Metaverse* yang memberikan pengalaman imersif dan interaktif di dunia digital (Duan *et al.*, 2021). *Metaverse* sebagai konsep ruang virtual bersama telah menarik perhatian di berbagai bidang, termasuk pendidikan tinggi (Zhou, 2022). Ini adalah topik yang menarik untuk penelitian di masa depan karena memiliki potensi untuk menciptakan lingkungan belajar yang lebih menarik dan kolaboratif. Dalam konteks pendidikan, *Metaverse* dapat memberikan solusi yang mengatasi keterbatasan serta memberikan pengalaman belajar yang lebih kaya dan interaktif (Hwang and Chien, 2022).

Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan sebagai institusi di bidang teknologi informasi mempunyai peluang besar untuk memanfaatkan teknologi *VR* dan konsep *Metaverse* untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan pengalaman mahasiswa. Dengan pemanfaatan teknologi *VR* dalam pembelajaran, maka dapat meningkatkan minat mahasiswa baru untuk bergabung pada universitas tersebut (Khalil, Saher and Haqdad, 2023). Namun adopsi teknologi ini masih terbatas dan belum banyak diperhatikan, padahal pemanfaatan teknologi *Metaverse* menjadi salah satu cara promosi yang inovatif.

Salah satu alasan mengapa penulis membuat penelitian ini yaitu kurangnya media promosi dan pengenalan kampus yang ada saat ini, seperti media sosial dan brosur cetak, memiliki beberapa kelemahan seperti Interaktivitas dan

imersi yang rendah, sehingga calon mahasiswa tidak dapat merasakan pengalaman langsung berada di lingkungan kampus. Selain itu, Informasi yang disajikan cenderung statis dan terbatas pada apa yang dapat ditampilkan dalam format 2D. Sehingga Mahasiswa sulit untuk memperbarui informasi secara realtime, terutama untuk media cetak. Dengan brosur cetak memerlukan distribusi fisik sehingga jangkauan terbatas.

Di sisi lain media promosi pada kampus 2 Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan belum memanfaatkan teknologi *Virtual Reality (VR)* untuk media promosi, padahal teknologi ini dapat memberikan pengalaman yang lebih mendalam dan menarik bagi calon mahasiswa. Meskipun Universitas Kuningan telah memiliki perangkat *VR (Oculus)* yang memadai, belum ada perencanaan untuk mengembangkan *Metaverse* kampus. Sehingga penelitian ini mencoba membangun dunia virtual berbasis *Metaverse* untuk pengenalan gedung kampus.

Pengenalan gedung kampus dengan *Metaverse* akan dirancang fitur untuk penunjuk arah. Sehingga penelitian ini mencoba menerapkan Algoritma Dijkstra yang diketahui efektif dalam mencari jalur terpendek antara dua titik dan dapat digunakan untuk mengoptimalkan navigasi pada lingkungan virtual (Harahap and Khairina, 2017). Dengan pemikiran tersebut, penelitian ini fokus pada perancangan dan pembangunan aplikasi *Metaverse VR* untuk fakultas ilmu komputer dengan mengimplementasikan Algoritma Dijkstra, tujuannya adalah untuk menciptakan prototipe lingkungan virtual yang dapat mewakili Fakultas ilmu komputer dengan kemampuan navigasi yang efisien menggunakan algoritma Dijkstra (Indriana, Pardede and Syahputra, 2023).

Dengan latar belakang tersebut, maka judul penelitian ini adalah “Perancangan Aplikasi *Metaverse* Berbasis *Virtual Reality (VR)* untuk Pengenalan Gedung Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan dengan Implementasi Algoritma *Dijkstra*”. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pendidikan berbasis *VR* dan *Metaverse* serta menjadi langkah awal dalam menggali

potensi teknologi tersebut di lingkungan pendidikan tinggi di Indonesia, khususnya pada jurusan ilmu komputer.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, beberapa permasalahan dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Mahasiswa baru atau pengunjung sering mengalami kesulitan dalam mengenal dan menjelajahi lingkungan Fakultas Ilmu Komputer secara menyeluruh, karena keterbatasan media fisik atau panduan yang kurang interaktif.
2. Mahasiswa dan pengunjung membutuhkan media simulasi yang menyerupai kondisi nyata untuk mengenal area kampus, namun media tersebut belum tersedia dalam format *Metaverse* yang realistis dan mudah digunakan.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, beberapa rumusan masalah yang akan menjadi fokus penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi *VR Metaverse* untuk Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan yang dapat berfungsi sebagai media promosi interaktif dan alat pengenalan kampus yang efektif?
2. Bagaimana mengimplementasikan Algoritma Dijkstra dalam sistem navigasi aplikasi *VR Metaverse* untuk memastikan pengalaman penjelajahan yang efisien dan intuitif bagi pengguna?

1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian dan pengembangan aplikasi *VR Metaverse* Fakultas Ilmu Komputer, berikut adalah batasan-batasan yang diterapkan:

1. Lingkup *Metaverse* Kampus 2 Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan:

- Gedung yang dimodelkan adalah gedung utama Fakultas Ilmu Komputer seperti Gerbang Utama
- Ruang Kelas A-S
- Ruang Dekan
- Ruang Wakil Dekan
- Ruang Dosen
- Ruang Prodi Teknik Informatika
- Ruang Prodi Sistem Informasi
- Ruang Prodi Desain Komunikasi Visual
- Ruang Prodi Teknik Sipil
- Ruang TU
- Ruang Aula
- Ruang Assistan Lab
- Laboratorium Pemrograman
- Laboratorium Multimedia
- Laboratorium Research
- Laboratorium RPL
- Laboratorium Gambar
- Laboratorium Fotografi
- Musholla
- Ruang Parkir
- Ruang Perpustakaan
- Lapangan
- Kantin
- Ruang BEM Fakultas
- Ruang BLM Fakultas
- Ruang HIMA-TI
- Ruang HIMA-SI
- Ruang HIMA-DKV
- Ruang HIMA-Sipil

- Ruang PBK
 - Ruang Mapala Timbal
2. Implementasi Algoritma *Dijkstra*:
 - a. Algoritma Dijkstra digunakan untuk simulasi penentuan rute terpendek di dalam Ruangan Kampus.
 - b. Rute terpendek dihitung berdasarkan jarak fisik antar lokasi di *Metaverse*.
 3. Titik Tujuan dalam *Metaverse*:
 - a. Titik awal ditetapkan pada:
Gerbang utama Kampus 2 Fakultas Ilmu Komputer sebagai starting point utama pengguna.
 - b. Titik tujuan yang disimulasikan meliputi:
 - Gerbang Utama
 - Ruang Kelas A & H
 - Ruang Dekan
 - Ruang Wakil Dekan
 - Ruang Prodi Teknik Informatika
 - Ruang Aula
 - Laboratorium Pemrograman
 - Laboratorium RPL
 - Laboratorium Fotografi
 - Musholla
 - Ruang Perpustakaan
 - Ruang HIMA-TI
 - c. Pengguna akan selalu memulai navigasi dari titik awal (gerbang utama) menuju titik tujuan yang dipilih.
 - d. Jumlah dan jenis titik tujuan mungkin dibatasi sesuai dengan kompleksitas dua gedung yang dimodelkan.
 4. Informasi dan Fitur Aplikasi:
 - a. Informasi yang dihasilkan berupa rute terpendek dari satu lokasi ke lokasi lain di dalam *Metaverse* Kampus.

- b. Pengguna dapat memilih titik awal dan tujuan dari peta kampus virtual.
 - c. Visualisasi rute ditampilkan dalam bentuk animasi 3D yang menunjukkan arah dan tujuan.
5. Perangkat Target:
- a. Aplikasi ditujukan untuk pengguna komputer dan perangkat *Virtual Reality (VR)* atau *Oculus*.
 - b. Implementasi *Metaverse* berbasis web yang dapat diakses melalui platform *Spatial.io* untuk memungkinkan aksesibilitas yang lebih luas dan kemudahan penggunaan.
6. Model Pengujian:

Pengujian Blackbox:

- 1) Pengujian fungsionalitas pencarian rute terpendek
- 2) Validasi input dan output pada setiap titik lokasi
- 3) Pengujian akurasi hasil perhitungan jarak
- 4) Pengujian penanganan error dan kondisi khusus
- 5) Validasi tampilan rute pada antarmuka *VR*

Pengujian Skalabilitas:

- 1) Pengujian performa dengan variasi jumlah *node* (10, 20 *node*)
- 2) Analisis waktu eksekusi algoritma pada berbagai ukuran graf
- 3) Pengujian beban server pada akses concurrent (5, 10, 20 pengguna simultan)
- 4) Evaluasi penggunaan memori pada berbagai kompleksitas graf
- 5) Pengukuran responsivitas sistem pada berbagai kondisi jaringan.

Metrix Pengujian:

- 1) Akurasi rute yang dihasilkan (persentase keberhasilan)
- 2) Waktu komputasi (millisecond)
- 3) Penggunaan memori (MB)
- 4) Latency pada akses concurrent
- 5) Stabilitas sistem dalam penggunaan jangka panjang

Dokumentasi Pengujian:

- 1) Skenario test case

- 2) Hasil pengujian dalam bentuk tabel dan grafik
 - 3) Analisis perbandingan performa
 - 4) Rekomendasi optimasi berdasarkan hasil pengujian
7. Batasan Pengembangan:
- a. Pengembangan aplikasi hanya mendukung navigasi dan visualisasi rute.
 - b. Fitur-fitur tambahan seperti interaksi sosial dalam *Metaverse*, perubahan lingkungan dinamis, atau integrasi dengan sistem informasi kampus lainnya berada di luar cakupan penelitian ini.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun aplikasi *VR Metaverse* untuk Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan yang berfokus pada dua gedung utama sebagai media promosi interaktif dan alat pengenalan kampus yang efektif.
2. Mengimplementasikan Algoritma Dijkstra dalam sistem navigasi aplikasi *VR Metaverse* untuk memastikan pengalaman penjelajahan yang efisien dan intuitif bagi pengguna.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoretis maupun praktis, sebagai berikut:

1.6.1. Manfaat Teoretis

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi *Virtual Reality* dan *Metaverse*, khususnya dalam konteks pendidikan tinggi.
2. Memperkaya literatur mengenai implementasi Algoritma Dijkstra dalam lingkungan virtual *3D*, yang dapat menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya.
3. Mengembangkan model integrasi teknologi *VR* dan *Metaverse* dalam strategi promosi dan pengenalan institusi pendidikan tinggi.

1.6.2. Manfaat Praktis

1. Bagi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan:
 - a. Menyediakan alat promosi dan pengenalan kampus yang inovatif dan interaktif, yang berpotensi meningkatkan minat calon mahasiswa.
 - b. Meningkatkan citra Fakultas sebagai institusi yang mengadopsi teknologi terkini dalam pendidikan.
 - c. Memberikan platform untuk pengembangan lebih lanjut dalam integrasi teknologi *VR* dan *Metaverse* ke dalam kurikulum dan kegiatan pembelajaran.
2. Bagi Calon Mahasiswa dan Pengunjung Kampus:
 - a. Menyediakan pengalaman immersif dalam mengenal lingkungan kampus tanpa perlu hadir secara fisik.
 - b. Meningkatkan pemahaman tentang fasilitas dan layanan yang tersedia di Fakultas Ilmu Komputer.
 - c. Membantu dalam navigasi dan orientasi kampus secara lebih efisien melalui sistem navigasi yang intuitif.
3. Bagi Pengembang Aplikasi *VR* dan *Metaverse*:
 - a. Memberikan studi kasus dan insight dalam pengembangan aplikasi *VR Metaverse* untuk institusi pendidikan.
 - b. Menyediakan contoh implementasi Algoritma Dijkstra dalam konteks navigasi lingkungan virtual *3D*.

1.7 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan Latar Belakang yang telah diuraikan, Pertanyaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi *VR Metaverse* untuk Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan?
2. Bagaimana mengimplementasikan Algoritma Dijkstra dalam sistem navigasi aplikasi *VR Metaverse*?

1.8 Hipotesis Penelitian

Adapun Hipotesis dari penelitian ini yaitu :

1. Penelitian ini dapat membantu meningkatkan efisiensi navigasi dan pengalaman pengguna dalam *Metaverse* kampus Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan. Dengan demikian, pengguna akan dapat dengan mudah menemukan dan mengakses lokasi-lokasi penting di dalam lingkungan virtual kampus, meningkatkan pemahaman mereka tentang tata letak dan fasilitas yang tersedia.
2. Bahwa Algoritma Dijkstra berhasil diterapkan pada *Metaverse* untuk membantu menemukan rute tercepat ke tujuan yang dipilih.

1.9 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan peneliti meliputi beberapa metode, yaitu metode pengumpulan data dan metode pengembangan sistem. Pembahasan metode-metode tersebut adalah :

1.9.1 Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data yang dilakukan penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Observasi (Pengamatan)

Pengumpulan data dengan mengamati atau observation yaitu metode pengumpulan data dengan cara pengamatan dan pencatatan secara langsung. Peneliti mengamati seputar Gedung dan Fasilitas yang ada di Kampus 2 Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan.

2. Wawancara (Interview)

Pengumpulan data dengan metode interview yaitu metode pengumpulan data dengan cara tanya jawab secara langsung dengan Wakil Dekan II Bapak Erik Kurniadi, M.Kom., pada tanggal 11 Oktober dengan hasil wawancara terlampir.

3. Kuisioner

Penelitian ini peneliti melakukan kuisioner kepada mahasiswa baru angkatan 2024, khususnya Program Studi Teknik Informatika, pada tanggal 12 Oktober 2024, dengan hasil Kuisioner terlampir.

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan kepada mahasiswa baru Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan, dapat disimpulkan beberapa hal penting dalam bentuk yang lebih sederhana:

Mayoritas mahasiswa baru mengenal Fakultas Ilmu Komputer UNIKU melalui rekomendasi teman atau keluarga, yaitu sebanyak 50% dari total responden. Ini menunjukkan bahwa informasi dari mulut ke mulut masih menjadi cara yang paling efektif dalam menyebarkan informasi tentang fakultas. Selain itu, media sosial dan brosur juga berperan penting dalam memperkenalkan fakultas kepada calon mahasiswa.

Ketika ditanya tentang kemudahan mencari informasi fakultas, sebagian besar mahasiswa menyatakan cukup mudah hingga sangat mudah untuk mendapatkan informasi yang mereka butuhkan. Hal ini terlihat dari nilai rata-rata 3.8 dari skala 5, yang menandakan bahwa akses informasi sudah cukup baik.

Terkait dengan teknologi *Metaverse*, meski 50% mahasiswa baru mengaku belum familiar dan 50% lainnya pernah mendengar namun tidak terlalu paham, mereka menunjukkan antusiasme yang tinggi untuk mencobanya. Ini terlihat dari 90% responden yang menyatakan bahwa keberadaan tur virtual *Metaverse* akan meningkatkan minat mereka terhadap fakultas, dengan 40% sangat tertarik dan 50% cukup tertarik.

Para mahasiswa berharap teknologi *Metaverse* tidak hanya digunakan untuk promosi, tetapi juga untuk keperluan akademik. Sebanyak 40% mahasiswa menginginkan adanya kelas virtual untuk pembelajaran jarak jauh, 30% tertarik dengan pameran proyek mahasiswa virtual, dan sisanya berharap bisa digunakan untuk orientasi mahasiswa baru serta kegiatan networking.

Dari hasil survei ini, dapat disimpulkan bahwa meskipun cara tradisional seperti rekomendasi dari teman atau keluarga masih efektif, ada peluang besar untuk mengembangkan metode promosi digital yang lebih modern, termasuk penggunaan teknologi *Metaverse* untuk memberikan pengalaman yang lebih immersif kepada calon mahasiswa

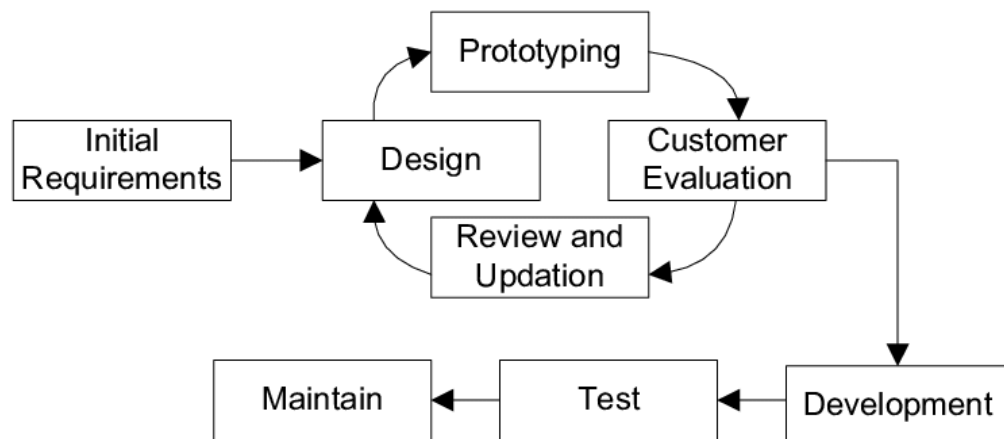
4. Studi Pustaka (Library Research)

Metode ini dilakukan dengan cara pengumpulan data melalui sumber-sumber bacaan yang berhubungan dengan data yang dibutuhkan, penulis melakukan menggunakan jurnal seputar Metaverse dan Algoritma Dijkstra untuk penentuan jarak terdekat.

1.9.2 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang akan digunakan dalam penyelesaian masalah pada penelitian ini adalah Metode *Prototype*. Metode *Prototype* adalah metode pengembangan perangkat lunak yang memungkinkan adanya interaksi antara pengembangan sistem dengan pengguna sistem, sehingga dapat mengatasi ketidakserasian antara pengembangan dan pengguna (Letsoin, Kolyaan and Cahyadi, 2017).

Adapun model pengembangan prototype pada gambar 1.1.



PROTO TYPE MODEL

Gambar 1. 1 *Prototyping Model* (Letsoin, Kolyaan and Cahyadi, 2017).

Pada gambar 1.1 diatas terdapat tahapan mengenai Metode Pengembangan Sistem Prototype yang akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Pengumpulan Kebutuhan

Peneliti akan melakukan wawancara dengan stakeholder, termasuk pihak fakultas dan mahasiswa, untuk memahami kebutuhan dan harapan mereka terhadap *Metaverse* kampus. Selanjutnya, peneliti akan mengumpulkan data tentang layout gedung Fakultas Ilmu Komputer untuk memastikan akurasi representasi *virtual*. Berdasarkan input dari stakeholder, peneliti akan menentukan fitur-fitur yang diinginkan dalam *Metaverse*, seperti navigasi, interaksi, dan informasi ruangan. Terakhir, peneliti akan mendefinisikan tujuan spesifik penggunaan Algoritma *Dijkstra* dalam konteks *Metaverse* kampus.

2. Perancangan Desain

Peneliti akan membuat sketsa kasar layout *Metaverse* kampus sebagai panduan visual awal. Selanjutnya, peneliti akan merancang struktur data yang tepat untuk merepresentasikan gedung, kemungkinan menggunakan model Graf. Peneliti juga akan mendesain antarmuka pengguna sederhana yang intuitif dan mudah digunakan. Terakhir, peneliti akan membuat *flowchart* implementasi Algoritma *Dijkstra* untuk memvisualisasikan proses pencarian rute terpendek dalam *Metaverse*.

3. Pembuatan Prototype

Peneliti akan membangun model 3D sederhana gedung Fakultas Ilmu Komputer sebagai dasar lingkungan virtual. Kemudian, peneliti akan mengimplementasikan navigasi dasar dalam *Metaverse* untuk memungkinkan pergerakan pengguna. Selanjutnya, peneliti akan menerapkan Algoritma *Dijkstra* untuk pencarian rute, yang meliputi pembuatan Graf yang merepresentasikan ruangan dan koridor, implementasi fungsi *Dijkstra* untuk mencari rute terpendek, dan visualisasi rute hasil Algoritma *Dijkstra* dalam *Metaverse*. Terakhir, peneliti akan menambahkan informasi dasar tentang ruangan-ruangan untuk meningkatkan nilai informatif *Metaverse*.

4. Pengujian dan Evaluasi Prototype

Peneliti akan melakukan pengujian internal untuk memastikan fungsionalitas dasar *Metaverse* berjalan dengan baik. Selanjutnya, peneliti

akan mengundang perwakilan fakultas untuk mencoba *prototype* dan mengumpulkan *feedback* mereka. *Feedback* akan difokuskan pada keakuratan representasi gedung, kemudahan penggunaan navigasi, efektivitas Algoritma *Dijkstra* dalam pencarian rute, dan kesesuaian informasi yang ditampilkan.

5. Perbaikan *Prototype*

Berdasarkan *feedback* yang diterima, peneliti akan memperbaiki model *3D* untuk meningkatkan akurasi representasi gedung. Peneliti juga akan mengoptimalkan implementasi Algoritma *Dijkstra* untuk meningkatkan efisiensi pencarian rute. Antarmuka pengguna akan ditingkatkan untuk memberikan pengalaman yang lebih intuitif. Terakhir, peneliti akan menambahkan fitur-fitur baru yang diminta oleh stakeholder, seperti interaksi dengan objek *virtual*.

6. Pengembangan Sistem

Peneliti akan menyelesaikan pemodelan *3D* detail gedung untuk menciptakan representasi virtual yang akurat dan komprehensif. Selain itu, peneliti akan menyempurnakan implementasi Algoritma *Dijkstra*, mungkin dengan menambahkan faktor-faktor tambahan seperti kepadatan area atau aksesibilitas untuk meningkatkan akurasi pencarian rute.

7. Pengujian dan Evaluasi Akhir

Peneliti akan melakukan pengujian menyeluruh pada berbagai perangkat untuk memastikan kompatibilitas dan performa yang konsisten. Selanjutnya, peneliti akan mengundang kelompok mahasiswa untuk uji coba skala lebih besar. Peneliti akan melakukan evaluasi keseluruhan sistem, termasuk menilai akurasi Algoritma *Dijkstra* dalam berbagai skenario. Terakhir, peneliti akan mengumpulkan *feedback* final dari pihak fakultas untuk memastikan semua kebutuhan telah terpenuhi.

8. Implementasi dan Pemeliharaan

Setelah semua evaluasi dan perbaikan selesai, peneliti akan meluncurkan *Metaverse* kampus untuk digunakan secara resmi. Peneliti akan memberikan pelatihan penggunaan kepada staf fakultas untuk

memastikan mereka dapat memanfaatkan sistem dengan optimal. Secara berkelanjutan, peneliti akan memonitor penggunaan dan mengumpulkan feedback pengguna untuk perbaikan di masa depan. Peneliti juga akan melakukan pembaruan dan perbaikan berkala, termasuk penyesuaian Algoritma *Dijkstra* jika diperlukan, untuk memastikan *Metaverse* kampus tetap relevan dan efektif.

1.9.3 Metode Penyelesaian Masalah

Metode penyelesaian masalah yang digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah dengan *Metaverse* dan Algoritma *Dijkstra*.

1. *Metaverse*

Metaverse adalah konsep ruang virtual kolektif yang menggabungkan realitas fisik dengan dunia digital. Ini menciptakan lingkungan imersif di mana pengguna dapat berinteraksi satu sama lain dan dengan objek virtual melalui representasi digital mereka (*avatar*). *Metaverse* tidak terbatas pada satu platform, melainkan merupakan jaringan interkoneksi dari berbagai dunia virtual atau "sub*Metaverse*".

Arsitektur *Metaverse* yang ditampilkan dalam gambar mencerminkan konsep dasar ini melalui tiga lapisan utama:

1. Entrance (Pintu Masuk):

Menggambarkan bagaimana pengguna memasuki *Metaverse*.

Users: Representasi pengguna nyata yang akan mengakses *Metaverse*

Devices: Berbagai perangkat (*XR HMD*, *controller*, *tablet*, *laptop*, *smartphone*) yang memungkinkan akses ke *Metaverse*, mencerminkan konvergensi dunia fisik dan digital. *Portal*: Antarmuka yang menghubungkan dunia nyata dengan *Metaverse*.

2. *Metaverse*:

a. *Virtual Worlds*:

- *Avatar*: Representasi digital pengguna dalam *Metaverse*, sesuai dengan konsep dasar interaksi dalam dunia virtual.

- *Virtual Environment*: Lingkungan 3D yang dapat dieksplorasi, mewujudkan konsep ruang *virtual* kolektif.
- *Virtual Goods/Services*: Mencerminkan ekonomi digital dalam *Metaverse*.
- *SubMetaverse*: Menunjukkan konsep interkoneksi berbagai dunia *virtual*.

b. *Enabling Technologies*:

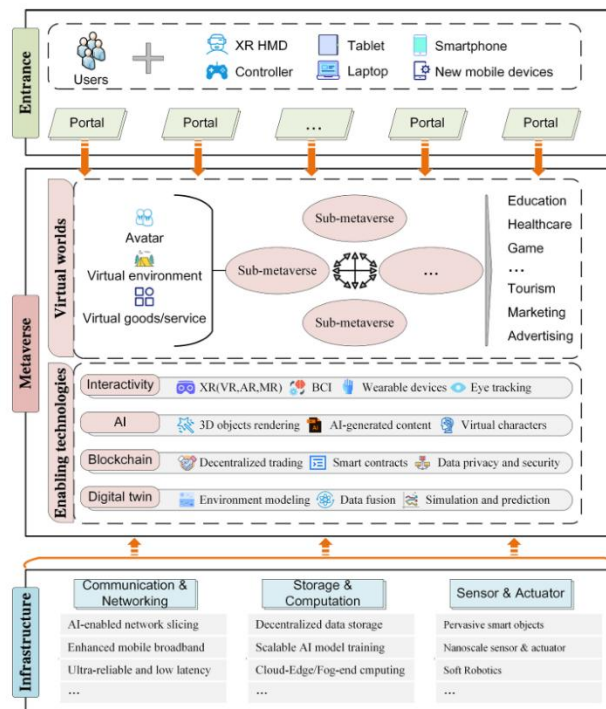
- *Interactivity*: Teknologi seperti *XR*, *BCI*, *wearable devices*, dan *eye tracking* yang memungkinkan interaksi imersif.
- *AI*: Mendukung penciptaan konten dan karakter *virtual* yang realistis.
- *Blockchain*: Memfasilitasi ekonomi digital yang aman dan terdesentralisasi dalam *Metaverse*.
- *Digital Twin*: Memungkinkan representasi dan simulasi akurat dari objek dan lingkungan dunia nyata dalam *Metaverse*.

3. *Infrastructure*:

- *Communication & Networking*: Mendukung konektivitas yang diperlukan untuk pengalaman *Metaverse* yang mulus.
- *Storage & Computation*: Memungkinkan penyimpanan dan pemrosesan data skala besar yang diperlukan untuk *Metaverse*.
- *Sensor & Actuator*: Memfasilitasi interaksi yang lebih mendalam antara dunia fisik dan *virtual*.

Gambar juga menunjukkan berbagai bidang aplikasi *Metaverse* (*Education, Healthcare, Game, Tourism, Marketing, Advertising*), mencerminkan potensi luas *Metaverse* untuk mengubah berbagai aspek kehidupan kita.

Arsitektur ini menggambarkan bagaimana konsep dasar *Metaverse* diwujudkan melalui integrasi teknologi canggih, infrastruktur yang kuat, dan pengalaman pengguna yang imersif. Setiap lapisan dalam arsitektur ini berkontribusi pada realisasi visi *Metaverse* sebagai ruang virtual kolektif yang menghubungkan dunia fisik dan digital.



Gambar 1. 2 Konsep Dasar *Metaverse* (Chen *et al.*, 2024).

1. Algoritma *Dijkstra*

Algoritma *Dijkstra* merupakan teknik komputasi yang bertujuan untuk mencari rute dengan jarak minimal di antara dua node dalam graf yang memiliki bobot. Dalam konteks ini, jarak mengacu pada nilai bobot yang terdapat pada setiap *edge* graf tersebut. Syarat utama penggunaan algoritma ini adalah semua bobot harus bernilai non-negatif ($\text{bobot} \geq 0$). Algoritma ini diciptakan oleh seorang ilmuwan bernama Edger Wybe Dijkstra. Karakteristik *Dijkstra* termasuk dalam kategori algoritma *greedy*, yaitu pendekatan pemecahan masalah yang selalu memilih opsi terbaik pada setiap langkah. Prinsip kerja *Dijkstra* dalam menentukan jalur terpendek adalah dengan memulai kalkulasi dari *node* sumber menuju *node* dengan jarak paling

dekat, kemudian berlanjut secara bertahap ke *node-node* selanjutnya hingga mencapai tujuan (Harahap and Khairina, 2017).

Pengertian Graf, Graf adalah suatu struktur data diskret yang tersusun atas titik-titik (*vertex*) dan garis penghubung (*edge*). Graf dapat diartikan sebagai kombinasi dari dua kelompok himpunan (V,E) , dengan V merupakan kumpulan *vertex* yang tidak kosong dan E adalah kumpulan *edge* yang berfungsi sebagai penghubung antara dua titik dalam graf tersebut. Berdasarkan orientasi dari *edge*-nya, graf secara umum dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama, yaitu:

1. Graf Tak Berarah

Graf tidak terarah merupakan tipe graf yang *edge*-nya tidak memiliki orientasi khusus. Pada graf tidak terarah, *sequence* dari pasangan *vertex* yang dihubungkan oleh *edge* tidak menjadi faktor penting. Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa $(v_j, v_k) = (v_k, v_j)$ adalah *edge* yang sama atau setara.

2. Graf Berarah

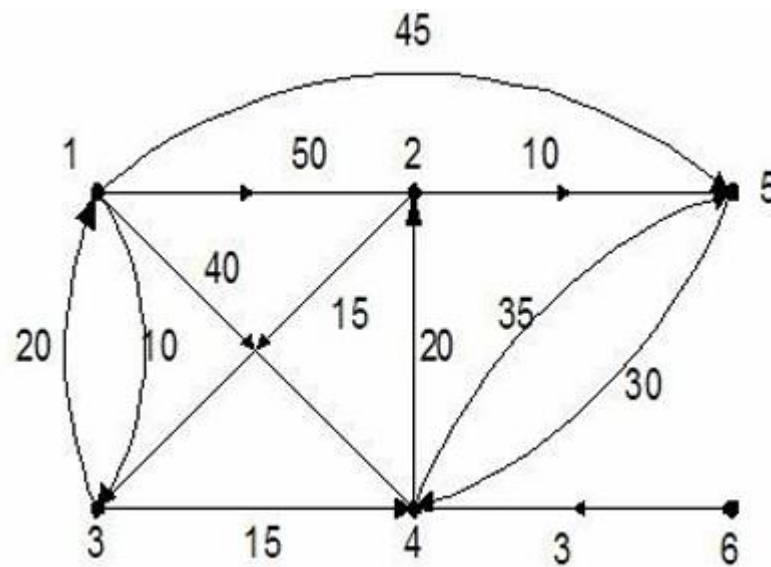
Graf terarah adalah kategori graf yang memiliki orientasi yang spesifik pada setiap *edge*-nya. *Edge* yang mempunyai orientasi ini dinamakan busur. Dalam graf terarah, (v_j, v_k) dan (v_k, v_j) merupakan dua busur dengan arah yang berlawanan, atau dapat dikatakan bahwa (v_j, v_k) tidak ekuivalen dengan (v_k, v_j) . Pada busur (v_j, v_k) , *vertex* v_j berperan sebagai titik sumber dan *vertex* v_k berperan sebagai titik tujuan.

Jalur Rute Optimal (*Shortest Path*): Terminologi "optimal" dalam hal rute merujuk pada upaya untuk mencapai nilai bobot minimum pada suatu jalur di dalam graf. Terdapat beberapa kategori permasalahan rute optimal, yaitu:

- a. Rute optimal di antara sepasang *vertex*.
- b. Rute optimal untuk seluruh kombinasi pasangan *vertex*.
- c. Rute optimal dari satu *vertex* spesifik menuju semua *vertex* yang tersisa.

d. Rute optimal antara dua *vertex* yang harus melalui beberapa *vertex* yang telah ditentukan sebelumnya.

Untuk memecahkan persoalan yang terkait dengan graf berbobot $G = (V, E)$ beserta sebuah *vertex* a , kita mencari jalur dengan jarak minimal dari *vertex* a menuju seluruh *vertex* yang ada di dalam graf G . Asumsi yang kita buat adalah bahwa semua sisi berbobot positif perhatikan Gambar 1.3 dibawah ini :



Gambar 1. 3 Graf Contoh Persoalan Lintasan Terpendek (Harahap and Khairina, 2017).

Shortest path merupakan permasalahan yang berhubungan dengan pencarian rute optimal antara dua titik dalam graf yang memiliki bobot, dengan tujuan meminimalkan jumlah total bobot dari *edge-edge* graf yang dilewati. Konsep ini dapat diuraikan sebagai berikut: Jika diberikan sebuah graf berbobot (yang mencakup kumpulan *vertex* V , kumpulan *edge* E , dan fungsi pembobotan dengan nilai riil yang dapat direpresentasikan dengan:

$$f : E \rightarrow \mathbf{R}$$

Serta disediakan suatu elemen v' yang berasal dari himpunan V , maka kita dapat menentukan sebuah rute P dari v menuju setiap v yang terdapat dalam V . Prosedur

pemecahan masalah rute optimal ini melalui penerapan Algoritma Dijkstra secara keseluruhan dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Membentuk tabel jarak, tabel *vertex predecessor*, tabel status kunjungan *vertex*, dan tabel *vertex* aktif.
2. Seluruh nilai dalam tabel jarak diinisialisasi dengan nilai tak hingga, kecuali *vertex* sumber yang diberikan nilai 0 sebagai starting point.
3. Status kunjungan *vertex* ditetapkan dengan nilai false untuk menandakan belum dikunjungi.
4. Seluruh nilai pada tabel *vertex predecessor* diberi penanda khusus seperti null untuk menunjukkan belum terdefinisi.
5. *Vertex* aktif ditetapkan sebagai *vertex* sumber/awal.
6. Berikan tanda bahwa *vertex* tersebut telah dikunjungi.
7. Lakukan pembaruan pada tabel jarak dan tabel *vertex predecessor* berdasarkan *vertex* yang dapat diakses secara langsung dari *vertex* aktif.
8. Ganti *vertex* aktif menuju seluruh *vertex* yang belum dikunjungi dan dapat dicapai melalui rute optimal dari *vertex* sumber.
9. Lakukan pengulangan mulai dari langkah 6 sampai seluruh *vertex* telah dikunjungi.

A. Proses penyelesaian *Shortest path*

Dalam fase Identifikasi *Shortest path*, diperlukan input berupa *vertex* sumber dan *vertex* tujuan, kemudian prosedur ini akan mengakses informasi dari *database node* dan bobot. Selanjutnya, sistem akan melakukan verifikasi pada database rute optimal, apabila *vertex* sumber dan *vertex* tujuan yang dipilih telah diproses sebelumnya, maka output dari proses tersebut akan diambil dari *database* rute optimal. Akan tetapi, jika informasi tersebut belum pernah diproses, maka sistem akan melanjutkan untuk mengeksekusi data tersebut, dan kemudian sistem akan menyimpan hasil komputasi beserta *query* rute optimal ke dalam *database* rute optimal. Setiap entitas data yang terdaftar dalam *DFD* rute optimal ditampilkan, pada tabel 1.1 di bawah ini.

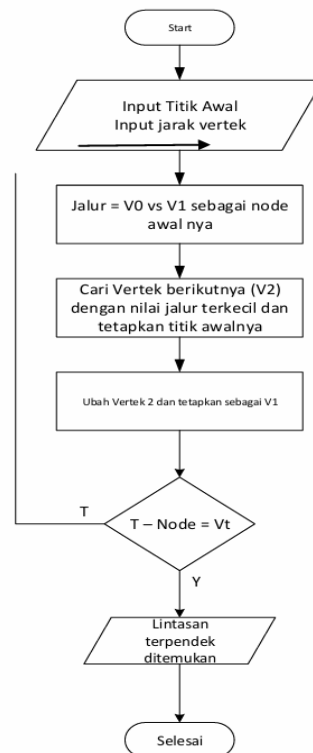
Tabel 1. 1 Entitas Data Pada *Shortest path* (Harahap and Khairina, 2017).

Nama	Keterangan
Data Asal	<i>Node</i> yang dipilih sebagai <i>vertex</i> asal <i>shortest path</i>
Data Tujuan	<i>Node</i> yang dipilih sebagai <i>vertex</i> akhir <i>shortest path</i>
Jalur <i>Shortest path</i>	Hasil perhitungan <i>shortest path</i>

Secara garis besar, algoritma Sistem Informasi Geografis dengan *Shortest path* ini dapat dituliskan sebagai berikut:

1. Awal
2. Siapkan peta.
3. Ambil data semua *node* dan bobot edge dari basis data *node* dan jarak.
4. Tentukan *node* awal dan *node* tujuan.
5. Verifikasi pada database rute optimal apakah jalur dengan *vertex* sumber dan tujuan yang dimasukkan pada tahap 3 sudah tersedia. Jika tersedia, lanjutkan ke tahap 6.
6. Eksekusi algoritma *Dijkstra* menggunakan *vertex* dari tahap 3, simpan *outputnya* dalam database rute optimal *shortest path*.
7. Lakukan query data pada peta.
8. Visualisasikan jalur optimal pada peta.
9. Selesai.

Berikut *flowchart shortest path* :



Gambar 1. 4 *Flowchart Shortest path* (Harahap and Khairina, 2017).

A. Analisa Sistem Algoritma Dijkstra

Aplikasi yang mengimplementasikan algoritma dalam studi ini dibuat dengan memanfaatkan bahasa pemrograman *Vb. Net*. Cara untuk menentukan jalur terpendek akan mempertimbangkan beberapa faktor, di antaranya adalah:

1. Input Graf

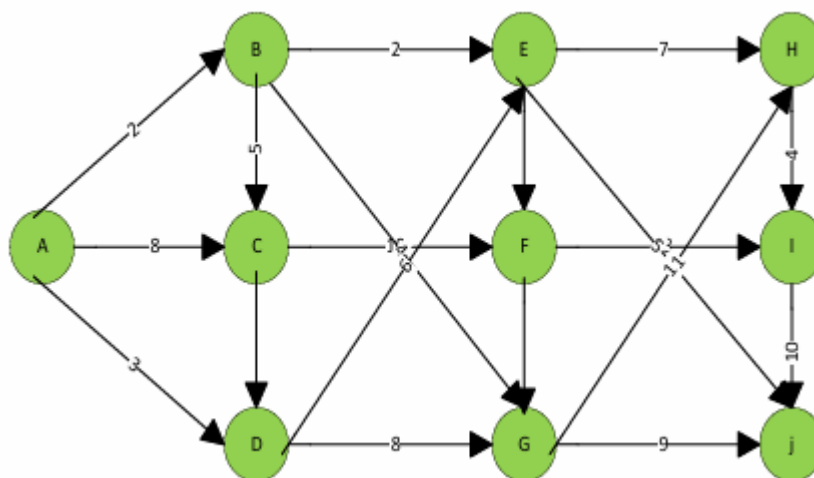
Sebuah Graf dapat dijelaskan sebagai pasangan dari dua himpunan (V,E) di mana V merupakan himpunan dari *vertex* $\{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$ yang menghubungkan satu *vertex* dengan *vertex* lainnya, ditandai dengan kumpulan *edge (arc)*, dan dapat direpresentasikan sebagai $V\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$. Berdasarkan orientasi pada *edge*, Graf diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu :

1. Graf Berarah (directed Graf atau di Graf)
2. Graf tak berarah (Undirected Graf).

Selain itu, kita juga mengenal Graf yang memiliki pembobotan (*Weighted Graph*) dan Graf yang tidak memiliki pembobotan. Jika Graf yang digunakan adalah Graf berbobot, maka nilai dalam matriks yang menghubungkan antar vertex merupakan bobot dari Graf tersebut. Dalam aplikasi yang dikembangkan, Graf perlu diinput dan ditetapkan sesuai dengan peta lokasi yang telah dianalisis dan diobservasi.

2. Proses Graf

Dalam algoritma *Dijkstra*, penggunaan *vertex* menjadi krusial karena algoritma ini memanfaatkan struktur *tree* untuk menentukan rute optimal dan bekerja dengan graf terarah. Teknik ini mencari jarak minimal dari *vertex* sumber ke *vertex* terdekat, kemudian berlanjut ke *vertex* berikutnya, dan begitu seterusnya. Secara menyeluruh, sebelum proses iterasi berlangsung, algoritma telah mengetahui jarak minimal dari *vertex* $i-1$ yang bertetangga. Apabila seluruh *vertex* memiliki bobot positif tertentu, maka *vertex* terdekat dari *vertex* sumber dapat diidentifikasi selama *vertex* tersebut bertetangga dengan *vertex* T_i . Kumpulan *vertex* yang terhubung dengan *vertex* ini menjadi kandidat dalam algoritma *Dijkstra* untuk memilih *vertex* selanjutnya dari *vertex* sumber. Ilustrasi dari graf yang akan dipecahkan dengan algoritma *Dijkstra* adalah sebagai berikut :



Gambar 1. 5 Graf Untuk Algoritma *Dijkstra* (Harahap and Khairina, 2017).

Langkah-langkah untuk menentukan jarak terpendek dari A ke J dengan menggunakan algoritma *Dijkstra* adalah sebagai berikut :

1. Di tahap awal, keadaan dari *vertex* yang belum dipilih diatur dengan nilai '0' sementara yang telah dipilih diatur dengan nilai '1' dimulai dari *vertex* A.
2. Tetapkan bobot dari *vertex* yang terhubung langsung dengan *vertex* sumber yaitu *vertex* A, seperti: dari *vertex* A menuju *vertex* B=2, dari *vertex* A menuju *vertex* C=8, dari *vertex* A menuju *vertex* D=3, sedangkan untuk *vertex* E, F, G, H, I, J diinisialisasi dengan simbol '-' karena tidak terdapat jalur (*arc*) yang menghubungkan secara langsung dengan *vertex* A.
3. *Predecessor* (*vertex* sumber) dari *vertex* A, B, C, D adalah A, karena perhitungan jarak dimulai dari *vertex* A, sehingga *vertex* A dinamakan *Predecessor* (*vertex* sumber), sementara untuk *vertex* F, G, H, I, J diinisialisasi dengan simbol '-' dikarenakan tidak terdapat jalur (*arc*) yang langsung terhubung dari *vertex* A, sehingga jarak tidak tersedia.

Tabel 1. 2 Hasil Iterasi Ke-1 (Harahap and Khairina, 2017).

<i>Node</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Status	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bobot	-	2	8	3	-	-	-	-	-	-
<i>Predecessor</i>	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-

Berdasarkan pencarian rute terpendek menggunakan algoritma *Dijkstra*, maka diperoleh hasil yang tercantum dalam tabel berikut :

Tabel 1. 3 Tabel perhitungan iterasi *Dijkstra*

Iterasi ke 1										
<i>Node</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Status	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bobot	-	2	8	3	-	-	-	-	-	-
<i>Predecessor</i>	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-
Iterasi ke 2										
<i>Node</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Status	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Bobot	-	2	7	3	4	-	6	-	-	-
<i>Predecessor</i>	A	A	B	A	B	-	B	-	-	-
Iterasi ke 3										
<i>Node</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Status	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Bobot	-	2	7	3	4	-	6	-	-	-
<i>Predecessor</i>	A	A	B	A	B	-	B	-	-	-
Iterasi ke 4										
<i>Node</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Status	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0

<i>Node</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Status	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
Bobot	-	2	7	3	4	1	6	1	1	9
						3		1	5	
<i>Predecessor</i>	A	A	B	A	B	G	B	E	H	E
Iterasi ke 9										
<i>Node</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Status	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Bobot	-	2	7	3	4	1	6	1	1	9
						3		1	5	
<i>Predecessor</i>	A	A	B	A	B	G	B	E	H	E
Iterasi ke 10										
<i>Node</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Status	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabel 1. 4 Hasil Iterasi Algoritma *Dijkstra* (Harahap and Khairina, 2017).

Bobot		2	7	3	4	13	6	11	15	9
<i>Predecessor</i>	A	A	B	A	B	G	B	E	H	E

Program akan berhenti karena semua *node* sudah terpilih. Sehingga akan menghasilkan jalur terpendek dari *node* A ke setiap *node* yang ada . untuk melihat jalur mana yang terpilih dapat ditelusur dari *predecessor* -nya , sehingga akan terdapat :

1. $A > B$: $A - B$: 2
2. $A > C$: $A - B - C$: 7
3. $A > D$: $A - D$: 3
4. $A > E$: $A - B - E$: 4
5. $A > F$: $A - B - E - F$: 13
6. $A > G$: $A - B - G$: 6
7. $A > H$: $A - B - E - H$: 11
8. $A > I$: $A - B - E - H - I$: 15
9. $A > J$: $A - B - E - J$: 9

1.10 Jadwal Penelitian

Tabel 1.5 di bawah merupakan jadwal kegiatan penelitian yang dibutuhkan dalam membuat aplikasi.

Tabel 1. 5 Jadwal Kegiatan Penelitian.

Nama Kegiatan	Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni			
	Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke				Minggu Ke				Minggu Ke			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Analisis Masalah																												
Proposal																												
Analisis Kebutuhan																												
Membangun <i>Prototyping</i>																												
Evaluasi <i>Prototyping</i>																												
Pengkodean Sistem																												
Pengujian																												
Evaluasi Sistem																												
Sidang SHP																												
Sidang Akhir																												

Jadwal kegiatan penelitian dirancang untuk mencakup seluruh tahapan proses penelitian dalam rentang waktu tujuh bulan, yakni dari Desember hingga Juni, dengan pembagian waktu berdasarkan minggu pertama hingga minggu keempat setiap bulannya. Pemilihan waktu pelaksanaan kegiatan disesuaikan dengan kebutuhan tiap tahapan agar proses penelitian berjalan sistematis, efisien, dan sesuai target penyelesaian. Berikut adalah uraian rinci waktu pelaksanaan setiap kegiatan:

1. Analisis Masalah (Desember – Minggu ke-1 dan ke-2):

Tahap awal penelitian difokuskan pada identifikasi dan pemetaan permasalahan yang relevan dengan topik penelitian. Kegiatan ini hanya

berlangsung selama dua minggu pertama Desember karena bersifat eksploratif dan menjadi dasar penyusunan proposal.

2. Penyusunan Proposal (Desember Minggu ke-3 dan ke-4 – Januari Minggu ke-1 dan ke-2):

Penyusunan proposal dilaksanakan selama empat minggu, dimulai pada pertengahan Desember dan berlanjut hingga pertengahan Januari. Alokasi waktu yang cukup panjang diperlukan untuk merumuskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, metode, dan kajian pustaka secara komprehensif. Periode ini juga mempertimbangkan waktu konsultasi dan revisi dengan dosen pembimbing.

3. Analisis Kebutuhan (Januari – Minggu ke-3 dan ke-4):

Kegiatan ini berlangsung selama dua minggu pada akhir Januari, dengan fokus pada pengumpulan dan perumusan kebutuhan sistem, baik fungsional maupun non-fungsional. Tahap ini menjadi fondasi untuk desain dan pengembangan prototipe yang akan dilakukan selanjutnya.

4. Pembangunan *Prototyping* (Februari – Minggu ke-1 hingga ke-4):

Prototipe sistem mulai dikembangkan secara menyeluruh selama bulan Februari. Empat minggu penuh dialokasikan untuk membuat representasi awal sistem, termasuk rancangan lingkungan virtual berbasis *Metaverse* yang menjadi inti dari penelitian.

5. Evaluasi *Prototyping* (Maret – Minggu ke-1 dan ke-2):

Setelah prototipe awal selesai, dilakukan evaluasi untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna atau pihak yang berkepentingan. Evaluasi ini penting untuk mengidentifikasi kekurangan desain dan memperbaikinya sebelum masuk ke tahap pengkodean sistem.

6. Pengkodean Sistem (Maret Minggu ke-3 – April Minggu ke-4):

Tahap ini adalah salah satu fase terpanjang dalam jadwal, berlangsung selama 6 minggu, dimulai dari akhir Maret hingga akhir April. Fokus utama adalah pada implementasi logika sistem, integrasi fitur navigasi

menggunakan algoritma *Dijkstra*, serta pemrograman elemen interaktif dalam lingkungan *Metaverse*.

7. Pengujian (Mei – Minggu ke-1 dan ke-2):

Pengujian dilakukan selama dua minggu pertama bulan Mei untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai fungsinya. Tahap ini mencakup uji fungsionalitas, performa, dan penggunaan fitur navigasi *VR* secara menyeluruh.

8. Evaluasi Sistem (Mei – Minggu ke-3 dan ke-4):

Setelah pengujian teknis, dilakukan evaluasi sistem berdasarkan hasil uji dan respon pengguna. Evaluasi ini bertujuan memberikan penilaian akhir terhadap kualitas sistem, efektivitas navigasi, dan pengalaman pengguna dalam lingkungan *virtual* kampus.

9. Sidang Seminar Hasil Penelitian (SHP) (Juni – Minggu ke-1):

Sidang SHP dijadwalkan pada minggu pertama Juni sebagai tahap presentasi capaian sementara penelitian. Dalam sidang ini, mahasiswa menyampaikan metodologi, hasil sementara, dan implementasi sistem kepada dosen penguji untuk mendapatkan masukan akhir.

10. Sidang Akhir (Juni – Minggu ke-3 dan ke-4):

Sidang akhir merupakan penutup dari keseluruhan proses penelitian. Kegiatan ini dijadwalkan dua minggu setelah SHP, untuk memberikan waktu revisi dan penyempurnaan laporan akhir. Pada tahap ini, mahasiswa mempertanggungjawabkan keseluruhan proses dan hasil penelitian di hadapan penguji

1.11 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan dengan judul “*Rancang Bangun Aplikasi VR Metaverse Fakultas Ilmu Komputer Menggunakan Algoritma Dijkstra*”. Disusun guna memberikan gambaran umum tentang penelitian yang dilakukan. Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab Pendahuluan berisi latar belakang, identifikasi masalah rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan, manfaat, pertanyaan penelitian , dan metodologi penelitian.

BAB II : LANDASAN TEORITIS

Bab ini berisi tentang definisi ilmu yang diambil dari buku atau sumber lainnya yang berkaitan dengan penyusunan penelitian ini.

BAB III : ANALISA DAN PERANCANGAN

Bab ini berisi tentang analisis sistem, perancangan sistem, serta perancangan antarmuka yang dibuat.

BAB IV : IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini berisi tentang implementasi setiap prosedur pada bab sebelumnya ke dalam bentuk Bahasa pemrograman serta melakukan pengujian pada penelitian yang dilakukan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran yang diberikan sebagai tindak lanjut yang diperlukan di masa yang akan datang.