

Optimalisasi Penggunaan Image Stitching dan Seam Carving dalam Pengembangan Tur Virtual Responsif

Pratama Angga Buana^{1,*}, Astrid Novita Putri², Suryo Adinugroho³

¹ Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Program Studi Sistem Informasi, Universitas Semarang, Semarang, Indonesia

² Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Semarang, Semarang, Indonesia

³ Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Program Studi Pariwisata, Institut Teknologi dan Bisnis Kristen Bukit Pengharapan, Karanganyar, Indonesia

Email: ^{1,*}pratama_angga@usm.ac.id, ²astrid@usm.ac.id@usm.ac.id, ³suryo@bukitpengharapan.ac.id

Email Penulis Korespondensi: pratama_angga@usm.ac.id

Submitted: 22/06/2024; Accepted: 30/06/2024; Published: 30/06/2024

Abstrak—Desa Nglurah, Tawangmangu, masih menghadapi tantangan dalam promosi wisata yang efektif karena penggunaan metode promosi konvensional. Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed method untuk mengidentifikasi permasalahan dan harapan pengelola wisata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 50% pengelola mengalami kesulitan dalam promosi wisata, dan 70% menganggap penerapan teknologi sangat diperlukan untuk mempromosikan potensi desa wisata secara menarik dan interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengkolaborasi metode image stitching dan seam carving guna meningkatkan kualitas dan keberagaman aplikasi tur virtual yang responsif. Image stitching adalah proses menggabungkan beberapa gambar panorama 360° menjadi satu gambar utuh yang merepresentasikan keadaan sebenarnya. Sementara itu, seam carving adalah teknik pemotongan gambar secara cermat untuk menghapus bagian yang kurang penting dan menjaga area penting saat gambar diubah ukurannya. Kolaborasi kedua metode ini, diharapkan aplikasi tur virtual yang dihasilkan dapat menyesuaikan bentuk dan ukuran gadget tanpa menghilangkan konten penting. Aplikasi tur virtual ini diharapkan dapat meningkatkan pengalaman pengguna dalam wisata virtual dan membuka peluang pengembangan pariwisata berbasis teknologi di Desa Tawangmangu. Selain itu penelitian ini juga dapat meningkatkan daya tarik wisata Desa Tawangmangu dan memberikan landasan bagi penelitian lebih lanjut dalam pengembangan tur virtual.

Kata Kunci: Gambar panorama 360°; Image Stitching; Seam Carving ; Tawangmangu; Tur Virtual

Abstract—Nglurah Village, Tawangmangu, still faces challenges in effective tourism promotion due to the use of conventional promotional methods. This study employs a mixed-method approach to identify the issues and expectations of tourism managers. The results indicate that 50% of managers struggle with tourism promotion, and 70% believe that the implementation of technology is crucial to promote the village's tourism potential in an attractive and interactive way. This research aims to combine image stitching and seam carving methods to enhance the quality and diversity of responsive virtual tour applications. Image stitching is the process of merging multiple 360° panoramic images into a single comprehensive image that accurately represents the actual scene. Meanwhile, seam carving is a technique for carefully cropping an image to remove less important parts while preserving important areas when the image is resized. The collaboration of these two methods is expected to produce virtual tour applications that can adapt to the shape and size of gadgets without losing important content. This virtual tour application is expected to enhance the user experience in virtual tourism and open up opportunities for technology-based tourism development in Tawangmangu Village. Additionally, this research can increase the attractiveness of Tawangmangu Village tourism and provide a foundation for further research in virtual tour development.

Keywords: 360° Panoramic Images; Image Stitching; Seam Carving; Tawangmangu; Virtual Tour

1. PENDAHULUAN

Teknologi berhubungan erat dengan ilmu sains maupun kerekeyasaan. Teknologi memiliki dua dimensi yaitu *engineering* dan sains, yang saling terkait dalam perkembangan dan penciptaan teknologi. Kedua dimensi ini tidak bisa dipisahkan. Teknologi yang baik adalah yang mempermudah pekerjaan. [1]

Saat ini, pariwisata adalah sektor unggulan yang penting untuk meningkatkan pendapatan nasional, menciptakan lapangan kerja, dan devisa. Oleh karena itu, pemerintah daerah diharapkan dapat memanfaatkan peluang ini dengan mengoptimalkan potensi sumber daya alam serta keanekaragaman budaya. [2] Desa Nglurah, sebagai salah satu desa wisata rintisan di Tawangmangu, memiliki potensi wisata alam, budaya, tradisi, sejarah, dan agrowisata, namun informasi tentang objek wisata masih terbatas [3], [4], [5] Keterbatasan informasi selama ini hanya bersumber dari situs *web*, media sosial, ulasan wisatawan, atau dari mulut ke mulut wisatawan yang pernah berkunjung. Sehingga Koordinator Lingkungan di Desa Nglurah Tawangmangu kesulitan mempromosikannya dengan teknologi baru dan kreatif untuk menarik wisatawan baik dalam maupun luar negeri. [6], [7]

Pada masa pandemi COVID-19, diperlukan pengembangan wisata berbasis teknologi untuk masyarakat yang harus tinggal di rumah. Teknologi media promosi seperti *virtual tour reality* menjadi solusi penting [8] *Virtual tour reality*, bagian dari teknologi *Virtual Reality (VR)*, membangun dunia *virtual* tiga dimensi dan mengubah cara interaksi dengan dunia nyata dan *virtual* yang mencakup unsur multimedia seperti efek suara, musik, narasi, dan teks. [9], [10] VR dikembangkan sebagai bagian dari *Smart Tourism* untuk memberikan informasi dan menunjukkan potensi destinasi wisata. [11], [12], [13] Dalam fotografi, VR dikenal sebagai *Virtual Reality Photography (VRP)*, teknik mengambil foto dengan sudut lebar secara interaktif [14], [15]

Hayami dan Rizki di tahun 2019 melakukan penelitian tentang rancang bangun *virtual tour reality* sebagai media promosi pariwisata di Propinsi Riau. [16] Metode penelitian yang digunakan *ADDIE* yang terdiri dari lima

tahapan yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi. Menggunakan 18 tempat pariwisata sebagai data sampel, yaitu Kota Pekanbaru, Kampar dan Rokan Hulu. Hasilnya aplikasi berjalan dengan baik dan diharapkan dapat membantu wisatawan dalam memberikan informasi dan dapat meningkatkan potensi pariwisata di propinsi Riau khususnya Kota Pekanbaru.

Gea dan Maulany di tahun 2020 melakukan penelitian tentang perancangan aplikasi *virtual reality* 360 berbasis *web* di Universitas Advent Indonesia. [17] Tujuan Penelitiannya adalah membuat VR untuk kampus melalui *website* sehingga pengunjung dapat lebih mudah mengenali lokasi dan lingkungan sekitar. Metode yang digunakan adalah *Waterfall* dengan hasil pembahasan *Virtual Reality* dapat diimplementasikan dan menghasilkan *website* yang menarik, interaktif serta mudah digunakan untuk mengenal lingkungan sekitar kampus.

Istita dan Suroyo di tahun 2021 melakukan penelitian pengembangan aplikasi *virtual tour* (wisata virtual) objek wisata dengan konten *image* kamera 360. [15] Metode yang digunakan *Multimedia Development Life Cycle (MDLC)*. Fitur yang dapat digunakan adalah *maps*, informasi, panorama 360°, *comment*, *like* dan *rating*. Manfaat aplikasi ini dapat memudahkan wisatawan untuk melihat objek wisata yang ada di kota lahat.

Brata, dkk di tahun 2022 melakukan penelitian tentang pembangunan aplikasi *virtual reality* tur perumahan pada Balimbing Permai Regency (PT. Karya Propertindo Utama). [18] Penelitian ini mengusulkan aplikasi yang memanfaatkan teknologi *Virtual Reality* untuk mengelola dan menampilkan katalog unit rumah, sebagai solusi bagi calon pembeli yang terkendala waktu dan jarak untuk melakukan survei lokasi. Pengujian *usability* menggunakan SUPR-Qm terhadap 5 responden menunjukkan bahwa aplikasi pengguna mendapatkan skor 82% (*excellent*), sementara aplikasi untuk admin memperoleh nilai 91,3% (*best imaginable*). Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi mudah digunakan dan dipahami oleh pengguna.

Setiawan, dkk di tahun 2023 melakukan penelitian *tentang implementation of virtual tour using image stitching as an introduction media of SMPN 1 Karanganyar to new students*. [19] *Virtual Tour* digunakan sebagai media pengenalan SMP Negeri 1 Karanganyar kepada siswa-siswi yang ingin mendaftar. Pengujian fungsional aplikasi menggunakan metode *Blackbox Testing* pada delapan *smartphone* yang berbeda, kendalanya pada *Gyroscope* tidak dapat berjalan pada laptop dan komputer. Metode SUS (*System Usability Scale*) menghasilkan nilai rerata 73,8 yang dinyatakan baik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkolaborasi antara *image stitching* dan *seam carving* dapat meningkatkan kualitas dan keberagaman aplikasi tur *virtual*. Fokus utamanya adalah pengembangan aplikasi tur *virtual* berbasis *web* yang responsif, dengan Desa Nglurah di Tawangmangu sebagai studi kasusnya. Desa ini dipilih karena potensi pariwisata yang besar dan ketersediaan gambar panorama 360° yang relevan.

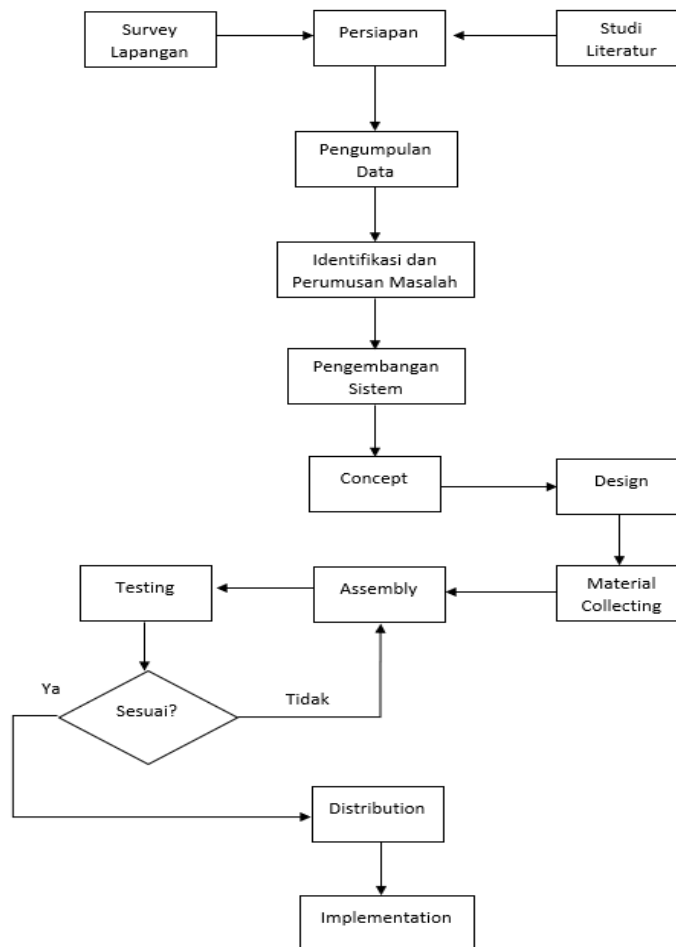
Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan perlunya aplikasi promosi yang menarik dan lengkap untuk desa wisata, khususnya Desa Nglurah di Tawangmangu. Aplikasi ini, yang berkonsepkan *virtual tour reality*, dapat menampilkan destinasi secara menyeluruh menggunakan gambar panorama 360°, menciptakan suasana yang mirip dengan aslinya [20] Penelitian ini menggunakan *tools Web GL*, 3D Vista, dan *Image 360* serta metode *image stitching* dan *seam carving* untuk mengembangkan aplikasi *web* yang dapat diakses di mana saja dan kapan saja. Metode pengembangan sistem berbasis multimedia ini menggunakan *MDLC (Multimedia Development Life Cycle)*. Aplikasi ini menyajikan informasi dalam bentuk teks, peta, video, gambar 2D, dan gambar 360° [21], [22] serta dapat diakses oleh calon pengunjung melalui *gadget* yang terhubung dengan *internet* atau anjungan informasi di lokasi.

Diharapkan hasil penelitian ini tidak hanya meningkatkan pengalaman pengguna dalam wisata *virtual*, tetapi juga membuka peluang baru dalam pengembangan pariwisata berbasis teknologi di Desa Nglurah Tawangmangu dan sekitarnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed method* untuk pengumpulan data. *Mixed method* adalah metode yang mengkombinasikan dua pendekatan, yaitu kuantitatif dan kualitatif [23], dengan harapan dapat memperoleh data yang lebih komprehensif, *valid*, *reliable*, dan objektif. Gambar 1. menunjukkan alur dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti dimulai dari tahapan persiapan menggunakan studi literatur dan survey lokasi, dilanjutkan pengumpulan data yang dilakukan dengan penyebaran kuesioner kepada para pengelola objek wisata, kemudian ditemukan permasalahan yang dihadapi merumuskannya, berikutnya masuk ke dalam tahapan pengembangan yang mana tahapan ini menggunakan metode MDLC yang terdiri dari menentukan konsepnya, merancang, menyiapkan bahan-bahan yang akan digunakan untuk pembuatannya, lalu melakukan pembuatan program, dan diujikan, jika sudah tidak ditemukan permasalahan maka akan didistribusikan untuk diimplementasikannya [24].



Gambar 1. Alur Penelitian

2.2 Persiapan

Peneliti melakukan persiapan melalui dua cara yaitu melakukan survey dan studi literatur. Survey dilakukan dengan mengunjungi secara langsung lokasi terkait dengan obyek-obyek wisata yang akan dipromosikan dan diambil gambar panoramanya. Sedangkan untuk studi literatur digunakan untuk referensi peneliti dalam mendukung penelitian ini.

2.3 Pengumpulan Data

Peneliti melakukan penyebaran kuesioner dan pengisian kuesioner, serta wawancara langsung kepada pihak pengelola wisata di desa Nglurah. Data yang dihasilkan pada tahap ini adalah informasi mengenai permasalahan yang ada, sehingga peneliti dapat mengetahui solusi yang dibutuhkan untuk menangani masalah tersebut. Tabel 1. menunjukkan daftar pertanyaan pada kuesioner kuantitatif yang diberikan kepada responden.

Tabel 1. Daftar Pertanyaan Kuesioner Kuantitatif

No.	Penyataan	5	4	3	2	1
a.		Potensi Wisata Desa Nglurah				
1.	Seberapa besar potensi wisata yang dimiliki Desa Nglurah menurut Anda ?	Sangat Besar	Besar	Sedang	Kecil	Sangat Kecil
2.	Seberapa sering Anda melihat wisatawan berkunjung ke Desa Nglurah dalam satu bulan?	Sangat Sering	Sering	Kadang-Kadang	Jarang	Sangat Jarang
b.		Kendala Promosi				
1.	Seberapa sulit Anda mempromosikan objek wisata di Desa Nglurah	Sangat Sulit	Sulit	Sedang	Mudah	Sangat Mudah
2.	Seberapa efektif Anda menilai metode promosi yang saat ini digunakan	Sangat Efektif	Efektif	Cukup Efektif	Tidak Efektif	Sangat Tidak Efektif
c.		Penerapan Teknologi				

1.	Seberapa penting penerapan teknologi <i>virtual tour reality</i> dalam promosi wisata menurut Anda ?	Sangat Penting	Penting	Cukup Penting	Tidak Penting	Sangat Tidak Penting
2.	Seberapa siap Desa Nglurah dalam mengadopsi teknologi <i>virtual tour reality</i> ?	Sangat Siap	Siap	Cukup Siap	Tidak Siap	Sangat Tidak Siap
d. Harapan dan Evaluasi						
1.	Seberapa besar harapan Anda bahwa aplikasi <i>virtual tour reality</i> akan meningkatkan jumlah wisatawan ?	Sangat Besar	Besar	Sedang	Kecil	Sangat Kecil
2.	Seberapa puas Anda dengan hasil pengembangan aplikasi <i>virtual tour reality</i> nantinya ?	Sangat Puas	Puas	Cukup Puas	Tidak Puas	Sangat Tidak Puas

Tabel 2. menunjukkan daftar pertanyaan pada kuesioner kualitatif yang diberikan kepada pihak pengelola wisata Desa Nglurah. Tujuannya untuk memperoleh informasi lebih mendalam terkait permasalahan yang akan dipecahkan atau diselesaikan.

Tabel 2. Daftar Pertanyaan Kuesioner Kualitatif

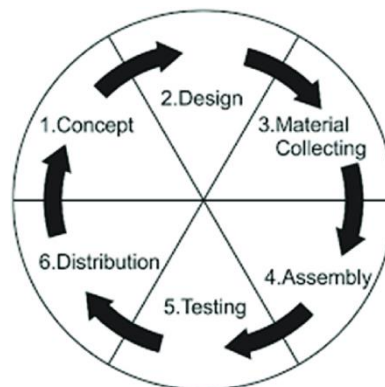
No.	Penyataan
a.	Potensi Wisata
1.	Menurut Anda, apa potensi terbesar yang dimiliki Desa Nglurah sebagai desa wisata ?
2.	Apa saja objek wisata yang paling menarik di Desa Nglurah ?
b.	Kendala Promosi
1.	Apa kendala terbesar yang Anda hadapi dalam mempromosikan Desa Nglurah ?
2.	Bagaimana cara Anda saat ini mempromosikan objek wisata di Desa Nglurah ?
c.	Penerapan Teknologi
1.	Apa pendapat Anda tentang penerapan teknologi <i>virtual tour reality</i> di Desa Nglurah ?
2.	Fitur apa saja yang menurut Anda penting untuk ada dalam aplikasi <i>virtual tour reality</i> ?
d.	Harapan dan Evaluasi
1.	Apa harapan Anda terhadap pengembangan aplikasi <i>virtual tour reality</i> untuk Desa Nglurah ?
2.	Bagaimana Anda akan menilai keberhasilan aplikasi <i>virtual tour reality</i> ini setelah diluncurkan ?
e.	Informasi Tambahan
	Apakah ada saran atau masukan lain yang ingin Anda sampaikan terkait pengembangan dan penerapan <i>virtual tour reality</i> di Desa Nglurah ?

2.4 Analisa Data

Peneliti menganalisis data yang diperoleh dari hasil kuesioner kuantitatif dan kualitatif untuk menemukan ide dan menentukan fitur-fitur serta karakteristik media yang dibutuhkan. Tujuannya adalah memastikan solusi yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan di lapangan.

2.5 Pengembangan Media

Peneliti menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle (MDLC)* dalam pengembangan media *virtual tour reality*. Gambar 2. Dibawah ini menampilkan tahapan-tahapan yang terdapat dalam metode pengembangan Multimedia yaitu MDLC. [24]



Gambar 2. Tahapan Metode *Multimedia development Life Cycle (MDLC)*

Tahapan dalam MDLC yang diterapkan adalah sebagai berikut :

- a. *Concept*

Tahap konseptualisasi merupakan dasar dari setiap proyek pengembangan. Pada tahap ini, pengembang mengidentifikasi tujuan dan sasaran proyek, serta kebutuhan dan harapan pengguna akhir. Menurut teori perencanaan proyek (*Project Planning Theory*), perencanaan yang matang dan detail akan mengurangi risiko dan meningkatkan peluang keberhasilan proyek.

b. *Design*

Teori desain multimedia (*Multimedia Design Theory*) menekankan pentingnya tata letak yang intuitif dan antarmuka pengguna yang menarik.

c. *Material Collecting*

Menurut teori pengumpulan data (*Data Collection Theory*), pengumpulan data yang akurat dan lengkap sangat penting untuk mendukung pengembangan yang efektif. Dalam konteks multimedia, ini mencakup pengumpulan gambar, video, audio, dan teks yang berkualitas tinggi.

d. *Assembly*

Teori pengembangan perangkat lunak (*Software Development Theory*) menekankan pentingnya integrasi komponen yang efektif dan efisien. Metode pengembangan multimedia juga mengacu pada teori produksi multimedia yang mencakup teknik penggabungan elemen-elemen multimedia menjadi produk yang kohesif.

e. *Testing*

Teori pengujian perangkat lunak (*Software Testing Theory*) menekankan pentingnya validasi dan verifikasi untuk memastikan bahwa aplikasi memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan dan bebas dari kesalahan.

f. *Distribution*

Teori distribusi perangkat lunak (*Software Distribution Theory*) membahas cara-cara efektif untuk mendistribusikan perangkat lunak ke pengguna akhir. Ini mencakup metode distribusi *online* seperti unduhan dari situs *web* dan toko aplikasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memberikan gambaran komprehensif mengenai potensi dan tantangan yang dihadapi Desa Nglurah dalam upaya meningkatkan promosi wisata melalui penerapan teknologi *virtual tour reality*.

3.1 Hasil Pengolahan Data

Penelitian ini melibatkan 10 responden yang terdiri dari pengelola wisata di Desa Wisata Nglurah untuk mengetahui potensi wisata, kendala promosi, penerapan teknologi, maupun harapan dan evaluasi serta informasi tambahan. Sehingga dapat ditemukan permasalahan yang dihadapi oleh pengelola selama ini. Rata-rata usia responden adalah 35 tahun, dengan lama bekerja di desa wisata berkisar antara 3 hingga 10 tahun. Perolehan data skor menggunakan skala likert dengan rentang 1-5. [13]

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Desa Nglurah memiliki potensi wisata yang sangat besar, terutama dalam kategori wisata alam, budaya, dan sejarah. Sebanyak 60% responden menilai potensi wisata desa ini sebagai sangat besar, dengan daya tarik utama berupa bumi perkemahan hutan pinus, air terjun, dan situs-situs budaya. Responden menggarisbawahi bahwa keindahan alam dan keberagaman budaya merupakan aset yang perlu dioptimalkan untuk menarik lebih banyak wisatawan.

Meskipun memiliki potensi wisata yang besar, promosi objek wisata di Desa Nglurah masih menghadapi berbagai kendala. Sebanyak 50% responden menyatakan bahwa promosi objek wisata sangat sulit, sementara 40% menyebutkan bahwa promosi masih sulit dilakukan. Keterbatasan akses informasi dan sarana promosi yang masih konvensional menjadi masalah utama. Informasi mengenai objek wisata selama ini lebih banyak diperoleh melalui ulasan di media sosial atau dari mulut ke mulut, yang seringkali kurang lengkap dan menarik.

Mayoritas responden, sebanyak 70%, menganggap penerapan teknologi *virtual tour reality* sangat penting untuk mengatasi kendala promosi. Teknologi ini dipandang mampu memberikan pengalaman wisata yang lebih interaktif dan menarik, serta menyajikan informasi yang lebih lengkap dan komprehensif. Responden juga menyoroti pentingnya fitur-fitur interaktif dalam aplikasi *virtual tour* untuk meningkatkan daya tarik dan keterlibatan pengguna.

Harapan terhadap implementasi aplikasi *virtual tour reality* sangat tinggi. Sebanyak 80% responden berharap bahwa aplikasi ini dapat secara signifikan meningkatkan jumlah wisatawan yang berkunjung ke Desa Nglurah. Selain itu juga dapat diakses dengan mudah melalui berbagai perangkat, serta mampu menyajikan informasi secara menarik dan lengkap. Penggunaan metode *image stitching* dan *seam carving* dalam pembuatan gambar panorama 360° diharapkan dapat menghasilkan visualisasi yang berkualitas tinggi dan memperkaya pengalaman pengguna.

3.2 Implementasi

a. *Concept*

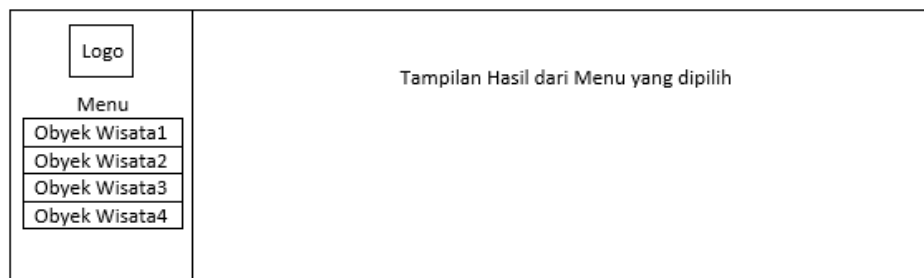
Pada tahap ini, tujuan utama dari pembuatan aplikasi *virtual tour reality* ditentukan. Tujuan utamanya adalah untuk memudahkan pengguna dalam mendapatkan informasi mengenai Desa Wisata Nglurah di Tawangmangu melalui pengalaman interaktif yang disajikan dalam bentuk gambar panorama 360°. Pembuatan gambar panorama ini

menggunakan teknik fotografi khusus dengan alat khusus yaitu *camera 360° Double Fish Eyes* untuk memastikan kualitas visual yang tinggi. Audiens Targetnya adalah para calon maupun wisatawan pengunjung Desa Wisata Nglurah maupun Tawangmangu sehingga, dapat menarik dan berkunjung secara langsung setelahnya.

b. *Design*

Tahap desain melibatkan perancangan aplikasi *virtual tour reality*. Desain prosedural digunakan untuk menentukan urutan atau alur dalam mengakses setiap fungsi yang ada dalam aplikasi ini. Pada tahap ini, desain antarmuka pengguna (*UI*) dan pengalaman pengguna (*UX*) juga dirancang agar aplikasi mudah digunakan dan menarik bagi pengguna. Desain aplikasi harus responsif sehingga dapat diakses melalui berbagai perangkat, seperti *mobile phone* dan PC.

Gambar 4. menampilkan halaman utama aplikasi *virtual tour reality*. Pada bagian sisi kiri menunjukkan menu-menu dari obyek wisata yang ada di Desa Nglurah. Sedangkan dibagian kanan akan menampilkan hasil dari menu yang dipilih.



Gambar 4. Tampilan Halaman Utama Aplikasi *Virtual Tour Reality*

c. *Material Collecting*

Tahap ini melibatkan pengumpulan semua materi yang dibutuhkan untuk pembuatan *virtual tour reality*. Materi utama adalah gambar panorama 360° yang diambil dari berbagai lokasi wisata di Desa Nglurah. Pengumpulan gambar dilakukan dengan teknik fotografi khusus yang memastikan setiap gambar memiliki kualitas visual yang tinggi dan mencakup sudut pandang yang luas. Gambar 5 menampilkan pintu masuk menuju Desa wisata Nglurah dari jalan utama Tawangmangu menggunakan kamera 360° *Double Fish Eyes*.



Gambar 5. Tampilan Pintu Masuk Desa Wisata Nglurah

Gambar 6 menunjukkan gambar panorama 360° dari lokasi pertama obyek wisata kampung sewu kembang di Desa Nglurah. Dikenal dengan sebutan kampung sewu kembang karena merupakan sentral budidaya tanaman hias dan bunga, seperti kebun bunga Zilquin, tempat budidaya bunga dan Omah Kaktus.



Gambar 6. Lokasi Sewu Kembang di Kebun Bunga Zilquin



Gambar 7. Lokasi Sewu Kembang di Omah Kaktus

Lokasi obyek wisata kedua adalah Situs Cagar Budaya Candi Menggung yang ditunjukkan pada gambar 8. Dimana kegiatan tradisi Dhukutan dilakukan ditempat setiap hari Selasa Kliwon. [4]



Gambar 8. Lokasi Situs Candi Menggung

Lokasi obyek wisata ketiga mencakup beberapa tempat diantaranya Bumi Perkemahan Pleseran, Telaga, dan Museum Lumpang. Gambar 9. Merupakan lokasi Bumi Perkemahan Pleseran dan gambar 10. Lokasi telaga dan air terjun yang berada pada satu tempat. Begitu pula untuk gambar 11. menampilkan lokasi museum Lumpang.



Gambar 9. Lokasi Bumi Perkemahan Pleseran



Gambar 10. Lokasi Telaga



Gambar 11. Lokasi Museum Lumpang

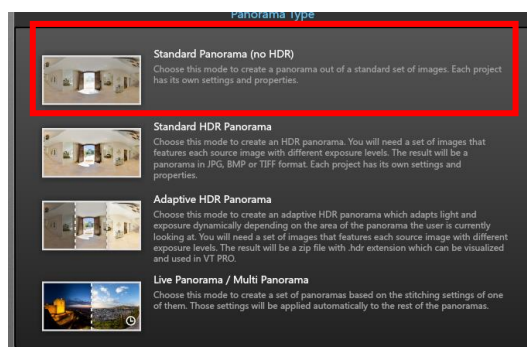
Jumlah gambar panorama 360° yang diambil dan digunakan untuk bahan materi secara keseluruhan sebanyak 151 pengambilan gambar dan ditambah dengan sejumlah gambar penunjang sebanyak 79 gambar.

d. *Assembly*

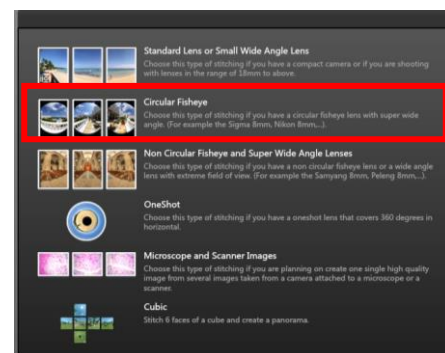
Pada tahap ini, semua objek atau bahan multimedia, yaitu gambar panorama yang telah diambil, dikembangkan menggunakan perangkat lunak seperti *Image 360*, *Web GL*, dan *3D Vista*. Gambar panorama 360° yang dihasilkan akan diolah menggunakan metode *Image Stitching* dan *Seam Carving*. *Image Stitching*: Proses menggabungkan beberapa gambar fotografi dengan bidang pandang yang tumpang tindih untuk menghasilkan panorama tersegmentasi atau gambar resolusi tinggi. *Seam Carving*: Metode yang digunakan untuk *content-aware image resizing*, bertujuan untuk mengubah ukuran citra tanpa menghilangkan konten penting.

1. *Image Stitching*

Teknik *image stitching* ini menggunakan perangkat lunak 3D Vista. Langkah-langkah untuk melakukan penggabungan beberapa gambar panorama 360° menjadi satu kesatuan dimulai dengan memilih *Panorama Type* bernilai *Standard Panorama (no HDR)* pada 3Dvista Stitcher 4 seperti gambar 12(a). Selanjutnya pilih *Circular Fisheye* seperti gambar 12(b), kemudian pilih dua objek gambar yang akan digabungkan dan pilih *auto stitching* seperti gambar 13.



(a)



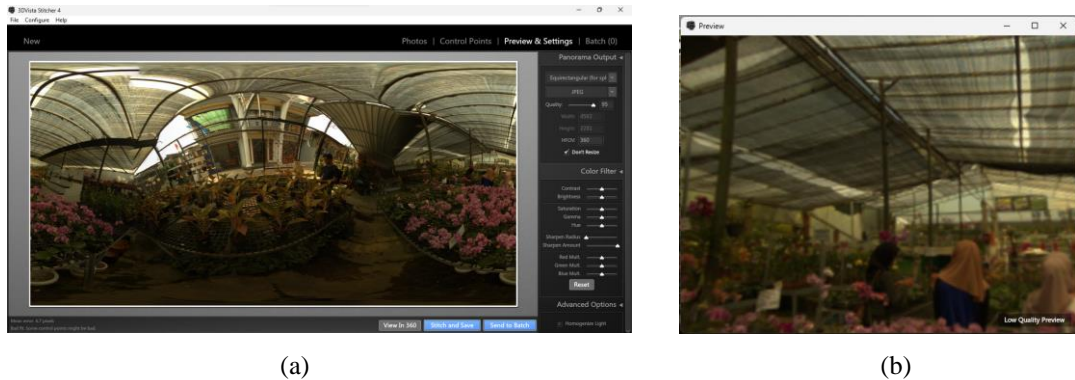
(b)

Gambar 12. (a) *Panorama Type Standard* dan (b) *Circular FishEye* Pada 3Dvista Stitcher 4



Gambar 13. Tampilan *Stitching Type*

Berikut ini merupakan tampilan dari proses *image stitching* yang ditunjukkan gambar 14(a) menampilkan hasil dari *preview* dan *setting image stitching*. Gambar 14(b) hasil gambar setelah melalui proses dan posisi ukuran gambar diperbesar.



Gambar 14. (a) Hasil Preview dan Setting Image Stitching dan (b) Hasil Image Stitching Diperbesar

2. Seam Carving




Teknik *Seam Carving* adalah teknik pengeditan citra yang memungkinkan untuk mengubah ukuran citra dengan cara yang lebih cerdas daripada hanya memotong atau memperluas. Teknik ini dapat digunakan untuk menjaga konten penting dalam gambar saat mengubah ukurannya. Dalam konteks *virtual tour*, *seam carving* dapat membantu mengubah ukuran gambar panoramik agar sesuai dengan tampilan dan perangkat yang berbeda tanpa kehilangan informasi penting. Teknik ini memungkinkan gambar panoramik untuk disesuaikan dengan berbagai ukuran layar dan perangkat, serta memastikan bahwa informasi penting tetap terjaga tanpa distorsi yang signifikan.

$$DP[i][j] = \begin{cases} e[i][j] & i = m \\ e[i][j] + \min_{\forall (x,y) \in Adjacent(i,j)} DP[x,y] & i < m \end{cases} \quad (1)$$

P menjadi optimal *seam* dimulai dari posisi DP [i] [j] yang ditunjukkan dan disederhanakan pada P adalah (1+1,j) pada jalur P' mulai dari (i+1, j) dan berakhir pada baris terakhir yang menjadi jalur energi terendah (i+1,j). DP [i] [j] menjadi biaya *seam* energi paling sedikit mulai dari piksel di (i, j). E [i] [j] menjadi energi piksel pada posisi (i, j M menjadi jumlah baris). [25]

Tabel 3. Menjelaskan hasil dengan Phyton sedangkan secara detailnya dapat di cek pada tautan berikut : <https://github.com/AstridNovitaPutri/seamcarving/blob/7f2628c9aaee73bc82aa25d2bc78a777e853f102/virtualtour>. Metode *seam carving* menggunakan 8 *pixel* jalur optimal adalah gambar yang terhubung pada satu gambar dari atas ke bawah, kiri ke kanan untuk pengoptimalan energi gambar.




Tabel 3. Tabel Energy Map dengan Phyton

Gambar Panorama	Hasil Menggunakan Phyton
	<pre>Load your image [[0.00392157 0.00392157 0.00392157 ... 0.00396269 0.00392412 0.00224999] [0. 0. 0. ... 0. 0.00139453 0.00214544] [0.00392157 0.00392157 0.00392157 ... 0.01083496 0.01083496 0.00952118] ... [0.00784314 0.00784314 0.00784314 ... 0.03125039 0.03138903 0.0298767] [0.00784314 0.00784314 0.00784314 ... 0.02621992 0.02627464 0.02941085] [0.00784314 0.00784314 0.00784314 ... 0.01908078 0.01908078 0.02300235]] energy map [959 959 958 ... 835 834 834] Find the minimum energy seam</pre>
	<pre>Load your image [[0. 0. 0. ... 0. 0. 0.] [0. 0. 0. ... 0. 0. 0.] [0. 0. 0. ... 0. 0. 0.] ... [0. 0. 0. ... 0. 0. 0.] [0.00196078 0.00196078 0.00196078 ... 0.00196078 0.00196078 0.00196078] [0. 0. 0. ... 0. 0. 0.]] energy map [1737 1736 1736 ... 1205 1204 1203] Find the minimum energy seam</pre>
	<pre>Load your image [[0.03361255 0.03361377 0.03247499 ... 0.03361374 0.03361377 0.03753412] [0.02828078 0.0282822 0.02799555 ... 0.02828224 0.02906721 0.02924432] [0.01119569 0.01020961 0.00951765 ... 0.01136609 0.0109535 0.00894824] ...</pre>

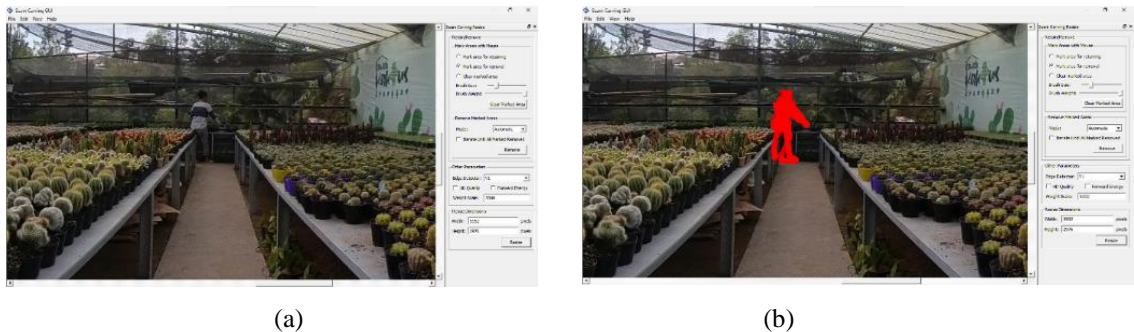
Gambar Panorama	Hasil Menggunakan Phyton
	[0.02521379 0.02648719 0.02619684 ... 0.02648719 0.02619684 0.02754613] [0.02268795 0.02283 0.02353333 ... 0.02283 0.02353333 0.02255486] [0.02997373 0.02745098 0.02997373 ... 0.02745098 0.02997373 0.02745098]] energy map [2258 2259 2260 ... 2030 2031 2032] Find the minimum energy seam

Tabel 4 menunjukkan penerapan perubahan ukuran menggunakan *seam carving* sehingga hasil *pixel* gambar juga menjadi lebih kecil.

Tabel 4. Hasil *Resize Seam Carving*

Gambar Panorama	Hasil Menggunakan Phyton
	[22. 43. 62.] [22. 43. 62.] [22. 43. 62.]] new Image
	[33. 47. 73.] [33. 47. 73.] [33. 47. 73.]] new Image
	[74. 95. 126.] [74. 95. 126.] [74. 95. 126.]] new Image

Gambar 15(a) menunjukkan penggunaan *Seam Carving GUI* yang menampilkan adanya objek manusia dan akan dilakukan penghapusan objek tersebut. Sedangkan gambar 15(b) menampilkan cara untuk menghapus objek menggunakan *Mark Area For Removal* yang terdapat pada bagian *Retain/Remove* selanjutnya pilih tombol *remove* sehingga hasilnya seperti pada gambar 16.



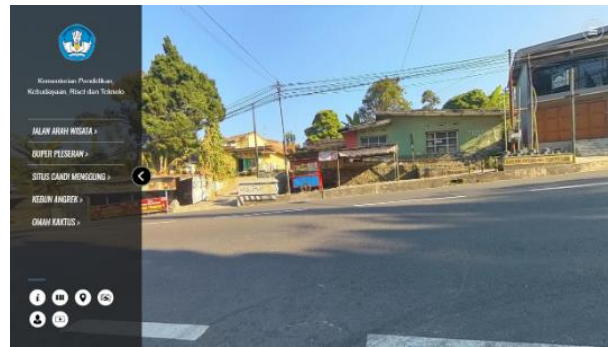
Gambar 15. (a) Penggunaan *Seam Carving GUI* dan (b) Gambar Sebelum Diproses



Gambar 16. Hasil *Removal* dengan *Seam Carving GUI*

Kedua teknik tersebut, baik menggunakan Phyton maupun GUI dapat digunakan bersama-sama dalam pengembangan *virtual tour reality* sehingga menciptakan pengalaman yang lebih imersif dan menarik bagi pengguna.

Gambar 17 menunjukkan tampilan dari hasil implementasi baik desain, teknik *image stitching*, dan *seam carving*. Pada bagian kiri menampilkan daftar menu, sedangkan kanan menampilkan hasil dari masing-masing menu yang dipilih.



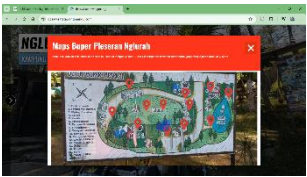




Gambar 17. Tampilan Hasil Halaman Utama

e. Testing

Tahap pengujian dilakukan oleh pembuat atau lingkungan pembuatnya sendiri melalui *black box testing*. Pengujian ini dilakukan dengan mengecek fungsionalitas aplikasi secara keseluruhan berdasarkan hasil eksekusi data uji. Tabel 5. Menunjukkan hasil tes fungsional dari aplikasi *virtual tour reality* desa wisata Tawangmangu.

Tabel 5. *Black Box Testing* Aplikasi *Virtual Tour Reality*

No.	Tampilan Halaman	Tujuan Pengujian	Langkah Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1.		Memastikan halaman utama aplikasi tampil dengan benar dan semua elemen terlihat.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuka Aplikasi Tur <i>Virtual</i> di <i>Browser</i> 2. Periksa tampilan halaman utama apakah elemen seperti logo, menu, dan gambar terlihat dengan benar. 	Halaman utama tampil dengan benar dan semua elemen terlihat.	Valid
2.		Memastikan navigasi berfungsi dengan baik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Klik setiap menu yang ada di halaman utama. 2. Pastikan setiap menu mengarahkan ke halaman yang sesuai. 	Semua menu navigasi berfungsi dengan baik dan mengarahkan ke halaman yang tepat.	Valid
3.		Memastikan fitur informasi wisata menampilkan informasi yang benar dan lengkap.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Klik pada bagian informasi wisata di aplikasi. 2. Periksa apakah informasi yang ditampilkan lengkap dan sesuai dengan objek wisata yang dipilih. 	Informasi wisata tampil dengan benar dan lengkap.	Valid
4.		Pengujian fitur virtual tour 360° berfungsi dengan baik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mencoba rotasi pandangan ke segala arah 2. Memastikan gambar tampil baik dan tidak ada bagian yang hilang atau distorsi. 	Fitur tur virtual 360° berfungsi dengan baik dan gambar tampil dengan jelas.	Valid

<p>5.</p> 	<p>Memastikan aplikasi dapat diakses dengan baik di berbagai perangkat (desktop, tablet, mobile).</p>	<p>1. Buka aplikasi di berbagai perangkat (desktop, tablet, mobile). 2. Periksa tampilan dan fungsionalitas di masing-masing perangkat</p>	<p>Aplikasi tampil dan berfungsi dengan baik di semua perangkat.</p>	<p>Valid</p>
---	---	--	--	--------------

f. *Distribution*

Tahap akhir dari MDLC adalah distribusi aplikasi. Setelah pengujian selesai dan aplikasi dinyatakan baik, aplikasi ini distribusikan dengan cara membuat *domain* dan *hosting* lalu mengunggahnya untuk diakses oleh pengguna. Pengguna dapat mengakses melalui situs *web* yang telah dibuat seperti gambar 18, yaitu www.desawisatatawangmangu.com. Distribusi ini memastikan bahwa aplikasi dapat diakses di mana saja dan kapan saja oleh calon wisatawan yang tertarik mengunjungi Desa Nglurah.



Gambar 18. Tampilan Situs Web Aplikasi *Virtual Tour Reality*

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengkolaborasikan metode *image stitching* dan *seam carving* guna meningkatkan kualitas dan keberagaman aplikasi tur *virtual*. Selain itu juga mengembangkan penelitian-penelitian sebelumnya serta mengenalkan *seam carving* melalui dua cara, yaitu menggunakan *python* maupun *seam carving GUI*. Fokus utamanya adalah pengembangan aplikasi tur *virtual* berbasis *web* yang responsif sehingga dapat menyesuaikan gadget yang digunakan dan menjaga konten penting yang disajikan. Studi kasus dari penelitian ini adalah Desa Nglurah di Tawangmangu karena potensi pariwisatanya yang besar dan ketersediaan gambar panorama 360°. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi promosi yang menarik dan lengkap sangat diperlukan untuk desa wisata, khususnya Desa Nglurah. Aplikasi ini dapat menampilkan destinasi secara menyeluruh dengan gambar panorama 360°, menciptakan suasana yang mirip dengan aslinya. *Tools* seperti Web GL, 3D Vista, dan *Image 360* digunakan bersama metode *image stitching* dan *seam carving* untuk mengembangkan aplikasi web yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pengalaman pengguna dalam wisata *virtual* serta membuka peluang baru dalam pengembangan pariwisata berbasis teknologi di Desa Nglurah dan sekitarnya. Selain itu, penelitian ini memberikan landasan bagi penelitian lebih lanjut dalam pengembangan tur *virtual* berbasis teknologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini tidak akan terlaksana tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kementrian Riset dan Teknologi DIKTI yang telah memberikan pendanaan dan dukungan penuh terhadap penelitian ini. Bantuan finansial dan fasilitas yang diberikan sangat berperan dalam kelancaran dan keberhasilan penelitian ini. Universitas Semarang dan Institut teknologi dan bisnis Kristen Bukit Pengharapan serta Perangkat Desa Nglurah yang telah bersedia menjadi mitra dalam penelitian ini. Terima kasih atas kerjasama dan dukungan yang diberikan, serta keterbukaan dalam memberikan informasi dan akses terhadap objek-objek wisata yang ada. Kolaborasi yang terjalin sangat membantu kami dalam mengembangkan aplikasi tur *virtual* berbasis *web* yang responsif. Kami juga berterima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian penelitian ini. Semoga hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat yang besar bagi pengembangan pariwisata berbasis teknologi di Desa Nglurah dan sekitarnya.



REFERENCES

- [1] G. Y. Pramana dan I. Arfiani, "Penerapan Metode Image Stitching Pada Pembuatan Virtual Reality Pengenalan Islamic Center Universitas Ahmad Dahlan," *Jurnal Informatika dan Komputer (JIKO)*, vol. 20, no. 10, pp. 1-8, 2019.
- [2] E. Satria, A. Latifah dan M. Paroji, "Rancang Bangun Aplikasi Katalog Wisata di Garut Menggunakan Teknologi Virtual Reality," *Jurnal Algoritma*, vol. 19, no. 1, pp. 78-87, 2022.
- [3] Maryanto, "Desa Wisata Sewu Kembang," 13 05 2024. [Online]. Available: https://jadesta.kemenparekraf.go.id/desa/sewu_kembang.
- [4] S. A. Putra, "dukutan," *Warisan Budaya Tak Benda Indonesia*, 2021. [Online]. Available: <https://warisanbudaya.kemdikbud.go.id/?newdetail&detailTetap=2093>. [Diakses 13 05 2024].
- [5] H. N. Khasanah, A. Murwani, R. R. Khoirunnisa, R. S. G. Putriumulya, U. Salamah, H. Nurbayti, F. Q. Aini, A. Khoirunnida, Q. Ayun dan N. R. Hanik, "Cultivation of Anthurium Flower Plant in Sewu Kembang Tourism Village, Nglurah, Tawangmangu," *Jurnal Biologi Tropis*, vol. 23, no. 2, pp. 551-558, 2023.
- [6] A. N. Putri, P. A. Buana dan S. Adinugroho, "Virtual Tour Menggunakan Image 360° Dual-Fish Eye Menggunakan Metode Gambar Panorama Desa Wisata Tawangmangu," *Jurnal Informatika Upgris*, vol. 9, no. 2, pp. 79-88, 2023.
- [7] A. R. Triani, A. R. Adriyanto dan D. Faedhurrahman, "Media Promosi Bisnis Potensi Wisata Daerah Bandung Dengan Aplikasi Virtual Reality," *Jurnal Bahasa Rupa*, vol. 1, no. 2, pp. 136-146, 2018.
- [8] R. M. Riesa dan A. Haries, "Virtual Tourism Dalam Literature Review," *Jurnal Pariwisata Bunda*, vol. 01, no. 1, pp. 1-6, 2020.
- [9] N. T. Ananraytama, N. Safriyadi dan H. S. Pratiwi, "Penerapan Fitur 3D Maps pada Aplikasi Virtual Tour sebagai Media Promosi Wisata Qubu Resort," *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 6, no. 3, pp. 139-144, 2018.
- [10] S. Asmiatun, A. N. Putri dan A. Rifai, "Aplikasi Virtual Tour Reality Menggunakan Metode Gambar Panorama Untuk Pengenalan Kampus Universitas Semarang," *Journal of Computing Engineering, System and Science*, vol. 7, no. 1, pp. 55-66, 2022.
- [11] A. Prambayun, D. Oktaviyani dan Y. F. Achmad, "Analisis Potensi Virtual Reality Sebagai Strategi Pemasaran Pariwisata Kota Pagar Alam," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 9, no. 3, pp. 2641-2651, 2022.
- [12] A. Pestek, "Virtual Reality and Modern Tourism," *Journal of Tourism Futures*, 2020.
- [13] I. K. R. Adi, R. Firmansyah, A. Nadhianty, M. H. Mobarq, P. G. Putri, A. S. Pratama dan E. R. Wahono, "Developing Smart Tourism Using Virtual Reality As A Tourism Promotion Strategy In Indonesia," *GoeJournal of Tourism and Geosites*, vol. 35, no. 2, pp. 332-337, 2021.
- [14] I. T. Julianto, R. Cahyana dan D. Tresnawati, "Rancang Bangun Virtual Reality Photography Berbasis Web Untuk Menunjang Pariwisata," *Jurnal Algoritma*, vol. 18, no. 1, pp. 216-222, 2021.
- [15] S. Istita dan H. Suroyo, "Pengembangan Aplikasi Virtual Tour (Wisata Virtual) Objek Wisata dengan Konten Image Kamera 360," *JAIIT (Journal of Advances in Information and Industrial Technology)*, vol. 3, no. 2, pp. 45-52, 2021.
- [16] Y. Fatma, R. Hayami, A. Budiman dan Y. Rizki, "Rancang Bangun Virtual Tour Reality Sebagai Media Promosi Pariwisata di Propinsi Riau," *Jurnal Fasilkom*, vol. 9, no. 3, pp. 1-7, 2019.
- [17] S. Gea dan R. Maulany, "Perancangan Aplikasi Virtual Reality 360 Berbasis Web di Universitas Advent Indonesia," *Jurnal TeIka*, vol. 10, no. 2, pp. 135-142, 2020.
- [18] K. C. Brata, R. J. Silalahi dan A. H. Brata, "Pembangunan Aplikasi Virtual Reality Tur Perumahan Pada Balimbing Permai Regency (Pt. Karya Propertindo Utama)," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, vol. 9, no. 7, pp. 1699-1706, 2022.
- [19] M. R. Setiawan, M. A. Gustalika dan M. L. L. Usman, "Implementation Of Virtual Tour Using Image Stitching As An Introduction Media Of Smpn 1 Karangobar To New Students," *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, vol. 4, no. 5, pp. 1089-1098, 2023.
- [20] J. Pirker dan A. Dengel, "The Potential of 360-Degree Virtual Reality Videos and Real VR for Education - A Literature Review," *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 41, no. 4, pp. 76-89, 2021.
- [21] D. N. Safriyadi dan A. S. Sukamto, "Rancang Bangun Aplikasi Virtual Tour Lokasi Rekreasi dan Hiburan Keluarga di Pontianak," *Justin : Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 7, no. 1, pp. 1-6, 2019.
- [22] K. Choi, Y.-J. Yoon, O.-Y. Song dan S.-M. Choi, "Interactive and Immersive Learning Using 360 ° Virtual Reality Contents on Mobile Platforms," *Hindawi Mobile Information System*, vol. 18, no. 1, pp. 1-12, 2018.
- [23] M. Waruwu, "Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif dan Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method)," *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 7, no. 1, pp. 2896-2910, 2023.
- [24] Mustika, "Rancang Bangun Aplikasi Sumsel Museum Berbasis Mobile Menggunakan Metode Pengembangan Multimedia Development Life Cycle (MDLC)," *Jurnal Mikrotik*, vol. 8, no. 1, pp. 1-14, 2018.
- [25] A. N. Putri, P. A. Buana, S. Adinugroho dan A. Ichsan, *Teknologi Virtual Tour Reality Menggunakan Metode Image Stitching Dan Seam Carving, Semarang: USM PRESS*, 2024.