

FITUR 3D SEMU UNTUK VISUALISASI PRODUK PADA APLIKASI PENJUALAN ONLINE UMKM

Mursid Wahyu Hananto^{*1}, Tia Agustina²

^{1,2} Universitas Ahmad Dahlan

Email: ¹mursid@is.uad.ac.id, ²tia1800016104@webmail.uad.ac.id

(Naskah masuk: dd mmm yyyy, diterima untuk diterbitkan: dd mmm yyyy)

Abstrak

Visualisasi produk menggunakan grafika 3D merupakan salah satu cara yang efektif untuk menampilkan suatu produk, namun penyiapan aset maupun perawatan media online yang memanfaatkan metode tersebut sulit dilakukan oleh UMKM karena keterbatasan sumber daya manusia. Dibutuhkan solusi yang sederhana dan mudah digunakan oleh kalangan UMKM dengan SDM terbatas, memerlukan biaya rendah dan dapat memanfaatkan berbagai alat bantu yang tersedia luas, serta dapat disiapkan dengan cepat. Dalam penelitian ini, teknik visualisasi 3D semu diadaptasi dalam solusi yang dikembangkan dengan tujuan menghasilkan fitur visualisasi inovatif dan realistis layaknya saat ditampilkan di tempat penjualan secara fisik, namun tanpa menyertakan kesulitan untuk membuat model 3D. Realisasi solusi dilakukan dengan metode evolusioner incremental yang menghasilkan solusi secara bertahap sehingga pengguna dapat segera memanfaatkannya. Setiap *increment* menjalankan pengembangan melalui langkah analisis, desain, pengkodean, dan pengujian, untuk situs basis dan semua fitur termasuk 3D semu. Penelitian menghasilkan solusi berupa fitur 3D semu untuk menampilkan produk-produk UMKM dalam aplikasi berbasis web. Fitur yang menggunakan rangkaian citra 2D dapat memenuhi kebutuhan visualisasi layaknya 3D karena tampilan produk dapat diputar 360 derajat, sehingga memberikan gambaran detail produk lebih lengkap. Uji Beta oleh pengguna menghasilkan skor 5438 dari 6000, dan 165 dari 200 untuk pengelola, keduanya masuk kategori sangat menerima solusi. Kemudahan, kesederhanaan, dan kecepatan menyiapkan konten untuk fitur 3D semu menjadi nilai tambah yang membantu operasional pihak UMKM. Integrasi ke media penjualan konvensional mudah dilakukan, dengan kemampuan visualisasi yang lebih baik dibandingkan solusi lain untuk UMKM yang mengandalkan foto dan video.

Kata kunci: *visualisasi, 3D, semu, 360 derajat, UMKM*

PSEUDO-3D FEATURES FOR PRODUCT VISUALIZATION ON THE MSME ONLINE SALES APPLICATION

Abstract

Product visualization using 3D graphics is one of the effective ways to display a product, but the preparation of assets and maintenance of online media that utilize this method are difficult for MSMEs due to limited human resources. A simple and easy-to-use solution is needed for MSMEs with limited human resources, requires low costs and can utilize various widely available tools, and can be prepared quickly. In this study, the pseudo-3D visualization technique was adapted in a solution developed with the aim of producing innovative and realistic visualization features as if they were displayed at a physical point of sale, but without including the difficulty of creating a 3D model. The realization of the solution was carried out using the evolutionary incremental method which produces solutions in stages so that users can immediately use them. Each increment carries out development through the steps of analysis, design, coding, and testing, for the base site and all features including pseudo-3D. The study resulted in a solution in the form of a pseudo-3D feature to display MSME products in a web-based application. Features that use a series of 2D images can meet the needs of 3D-like visualization because the product display can be rotated 360 degrees, thus providing a more complete picture of the product details. Beta testing by users resulted in a score of 5438 out of 6000, and 165 out of 200 for managers, both of which are in the category of very accepting the solution. Ease, simplicity and speed of preparing content for the pseudo-3D feature is an added value that helps the operations of MSMEs. Integration into conventional sales media is easy to do, with better visualization capabilities compared to other solutions for MSMEs that rely on photos and videos.

Keywords: *visualization, 3D, pseudo, 360 degree, MSME*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah) merupakan salah satu bidang yang terdampak Pandemi Covid-19 beberapa waktu lalu (Hasanudin, 2022). Kebanyakan berusaha mengatasi masalah dengan menggunakan media online internet (Zagoto, Yuliati, Pambudi, Cikdan, & Mukadi, 2022) dalam berbagai bentuk, umumnya media sosial, blog, dan marketplace (Sholihin & Mukhlis, 2023). Sekalipun pandemi telah berakhir, kunjungan tidak kembali normal seperti sebelumnya, sehingga media online tetap digunakan. Namun transaksi secara online tidak sebanyak ketika pengunjung datang langsung ke lokasi penjualan. Beberapa UMKM mengungkapkan masalah kurangnya detail visual pada produk yang ditawarkan, sehingga pengunjung merasa kurang yakin. Cara menampilkan representasi produk yang umum dengan foto dan video tidak cukup memunculkan ketertarikan kepada calon pembeli. UMKM tidak dapat menambahkan atau mengubah cara visualisasi yang ada dalam beragam media tersebut. Oleh karena itu beberapa UMKM mencoba alternatif lain yaitu menggunakan situs web agar dapat memunculkan cara menampilkan produk sesuai yang diinginkan. Beragam teknologi yang telah populer dan banyak digunakan terutama yang berbasis *server-side scripting* (Odeh, 2019) semisal PHP dan MySQL (Nasution & Hanum, 2022) menjadi pilihan utama UMKM.

Dari beragam pilihan visualisasi, menampilkan representasi produk secara 3D menjadi sebuah pilihan yang menarik. Karena akan digunakan dalam situs web, maka diperlukan teknologi yang sesuai, yaitu Web3D (Geng, Chang, Ting, Jinyuan, Enming, Yiqiang, Siyuan, Long, Lei, & Qingyu, 2023) dengan berbagai implementasinya, semisal yang telah distandardisasi seperti VRML (Shirbate & Ingole, 2018) dan X3D (Brutzman & Flotyński, 2020), maupun non standar seperti WebGL (Zheng & Ding, 2022). Hanya saja, kebanyakan UMKM belum siap untuk menggunakan teknologi ini karena diperlukan kemampuan untuk melakukan adaptasi ke situs web yang telah ada. Selain itu diketahui bahwa sumber daya manusia (SDM) spesifik teknologi informasi yang kurang memenuhi, dan ketiadaan tenaga, waktu, serta biaya untuk mempelajari & menguasai teknologi menjadi kendala besar bagi UMKM (Sucipto, 2023). Diperlukan pilihan lain yang lebih sederhana untuk dapat memanfaatkan gaya visualisasi 3D namun meminimalkan kesulitan pihak UMKM untuk mengimplementasikan ke situs webnya.

Salah satu pilihan teknik visualisasi yang menarik dalam situs web adalah animasi (Elling & de Vries, 2021). Animasi menggunakan banyak gambar yang ditampilkan secara cepat dan berurutan

sehingga memunculkan efek gerakan (Hasebrink, 2022), sama dengan seperti memutar reel film di bioskop. Dunia komputer multimedia mengadaptasi hal ini sehingga video maupun animasi yang disebut sebagai gambar bergerak terdiri atas banyak gambar diam yang ditampilkan dalam suatu urutan (Zeng, 2021) dalam satuan fps atau *frame per second* (Debattista, Bugeja, Spina, Bashford-Rogers, & Hulusic, 2017). Dengan demikian bilamana pengguna dapat mengatur pemunculan rangkaian gambar, sedangkan gambar hanya berisi sebuah objek namun ditangkap dari berbagai sisi, maka tampilannya dapat memanipulasi pemikiran pengguna yang akan berpikir bahwa dia sedang melihat objek dari berbagai sisi dengan cara diputar layaknya menggunakan grafika 3D. Kemampuan menampilkan produk melalui putaran yang memungkinkan pandangan 360° ini memberikan tambahan kemampuan interaktivitas kepada pengguna saat mencermati produk. (Sandrin & Forza, 2023).

1.2. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terkait penyediaan media penjualan daring bagi UMKM telah dilakukan sebelumnya, diantaranya penelitian oleh (Widiantoro, 2024) yang menggunakan metode *User Centered Design* (UCD), lalu (Imameza, Junaedi, & Adrian, 2022) dan (Husodo, Agitha, Bimantoro, Irmawati, Dwiyanaputra, & Najah, 2022) yang menggunakan metode *Design Thinking*, juga (Kondojo, Langi, & Putung, 2021) yang menggunakan metode Agile. Akan tetapi, penelitian-penelitian tersebut lebih berfokus pada penerapan metode dan bukan menghadirkan inovasi bagaimana cara menampilkan produk agar lebih menarik perhatian konsumen. Selain itu, terdapat penelitian yang dilakukan oleh (Prasetyo, Firdausi, Sabilirasyad, & Hermansyah, 2024), (Puspita, Yulastri, & Yuliana, 2019), (Cakranegara, Zuana, Sestri, Surahman, & Kurniawansyah, 2022), dan (Wahyuni & Ayuningsih, 2022). Penelitian-penelitian tersebut menggunakan display konvensional berupa pemanfaatan elemen gambar individual berupa foto untuk menampilkan gambar produk UMKM pada media daring yang disediakan. Tidak ditemukan penggunaan teknik atau mekanisme tertentu yang berbeda dengan metode konvensional dalam menampilkan representasi digital produk UMKM.

Membangun model 3D yang sesuai dengan produk UMKM dengan ciri khas yaitu unik karena buatan tangan dan bukan produk massal seperti buatan mesin, memerlukan waktu yang cukup panjang. Apalagi bila produk memiliki detail tinggi, maka akan semakin sulit dilakukan, baik itu menggunakan aplikasi permodelan 3D, menggunakan pemindai 3D, ataupun menggunakan teknik fotogrametri. Di sisi lain, grafika 2D

konvensional telah akrab bagi kebanyakan orang termasuk UMKM, dan peralatan pendukungnya dapat diperoleh dengan harga terjangkau. Pilihan teknologi utama harus didasarkan atas kesederhanaan dan kemudahan untuk kalangan UMKM, baik pada penggunaan maupun perawatan sistem, serta penerapan ke *existing system* yang lebih sederhana karena tidak menerapkan teknologi khusus dan berbeda (seperti bila menggunakan grafika 3D). Namun tetap menghasilkan gaya visualisasi yang memberikan gambaran tentang produk dengan lebih baik dan lebih interaktif dibandingkan representasi berbentuk foto dan video.

Dalam rangka memanfaatkan teknologi konvensional yang berbasis HTML agar dapat memunculkan visualisasi representasi produk dengan gaya seolah 3D, maka dipilih teknik berupa penggunaan rangkaian citra 2D dalam suatu urutan agar dapat menampilkan efek seperti 3D. Teknik ini memiliki potensi untuk meningkatkan keinginan membeli produk (Kim, Baek, & Yoon, 2020). Studi serupa lainnya juga melaporkan bahwa niat pembelian peserta penelitian lebih tinggi sebagai respon terhadap gambar yang dapat diputar 360 derajat dibandingkan gambar statis dua dimensi (Chavan, Deshmukh, Ingle, & Chavan, 2023). Selain itu, cara ini memungkinkan pengunjung situs web UMKM untuk melihat representasi produk yang unik dan khas dari berbagai sisi sehingga mengungkap lebih banyak detail dan nampak lebih meyakinkan dibandingkan menggunakan foto-foto individual maupun video.

Teknik ini meniru gaya tampilan 3D namun sepenuhnya menggunakan grafika 2D, oleh karena itu di sini disebut sebagai 3D semu, meskipun beberapa orang menyebutnya representasi produk 360° (Palacios-Ibáñez, Martí, Camba, & Contero, 2022). Karena hanya menggunakan citra 2D, maka akan lebih mudah bagi UMKM untuk menggunakannya demi menghasilkan visualisasi produk yang lebih baik dan menarik menggunakan gaya tampilan seperti 3D. Selain itu, mudah pula bagi mereka membangun konten untuk fitur dengan berbagai perangkat pendukung yang mudah diperoleh tanpa harus mempelajari teknologi baru. Teknik ini disebut sebagai fitur karena memang tidak dapat langsung digunakan dalam semua situs web begitu saja, harus dilakukan modifikasi agar dapat menampilkan rangkaian citra menjadi seolah objek 3D dimana pengguna dapat seolah mengitarinya.

Makalah ini menyajikan penerapan fitur 3D semu yang menggunakan rangkaian gambar 2D untuk menampilkan representasi digital dari produk yang dapat diperlihatkan secara 360°, agar situs web UMKM memiliki kemampuan visualisasi yang inovatif seperti yang terkadang ditemukan di situs web bisnis besar dan bereputasi. Teknik visualisasi produk secara 360° diketahui dapat memunculkan efek positif pada konsumen (Hewawalpita & Perera, 2017). Situs web dengan fitur ini memiliki potensi

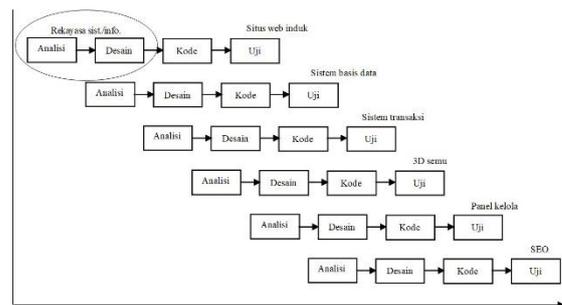
meningkatkan ketertarikan pengunjung situs pada produk yang dicermatinya agar berujung ke transaksi pembelian. Oleh karena itu fitur ini dipilih sebagai solusi visualisasi untuk situs web UMKM.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode Pengembangan

Sebagai sebuah penelitian pengembangan, diperlukan sebuah basis metode pengembangan yang sesuai untuk mewujudkan solusi yang dituju. Dalam penelitian ini, fitur 3D semu sebenarnya merupakan salah satu dari fitur-fitur yang dibangun dalam sebuah solusi lengkap berupa situs web penjualan produk.

Pengembangan secara keseluruhan dilakukan oleh beberapa kelompok kerja menggunakan metode *incremental* (Pressman & Maxim, 2015). Dalam penelitian ini setiap *increment* merupakan adaptasi dari metode sekuensial linier yang dijalankan dalam jalur waktu spesifik, seperti diperlihatkan dalam Gambar 1. Dengan demikian, setiap *increment* akan berisi tahapan yaitu analisis, desain, pengkodean, dan pengujian, yang dilakukan secara berurutan.



Gambar 1. Metode pengembangan yang digunakan

Metode *incremental* dipilih karena terdapat beberapa fitur utama yang hendak dikembangkan, bilamana semuanya dibangun dalam satu rangkaian panjang maka akan memerlukan waktu lama sampai diperoleh sebuah produk. Metode *incremental* memungkinkan pengembangan sistem basis terlebih dahulu agar dapat segera digunakan, dan tanpa menunggu pengembangan sistem basis selesai dapat diikuti pengembangan fitur dalam *increment* selanjutnya yang nantinya melengkapi sistem basis.

Selain fitur visualisasi inovatif produk berupa kemampuan menggunakan tampilan 3D semu, juga dibangun fitur basis data terintegrasi; fitur transaksi; fitur pengelolaan data yang ringkas dan sederhana sehingga mudah digunakan pihak UMKM; fitur pemesanan karena modal yang kecil membuat UMKM tidak membuat banyak stok barang; serta implementasi *Search Engine Optimization* (SEO) (Lewandowski, Sünkler, & Yagci, 2021) agar situs dapat ditemukenali dengan lebih baik di internet sehingga dapat muncul di mesin pencari calon pengunjung. Karena paper ini secara khusus hanya membicarakan bagian 3D semu, maka yang

disampaikan di sini adalah salah satu *increment* saja yaitu bagian pengembangan fitur 3D semu.

Fitur 3D semu dikembangkan dalam *increment* ke-4, dimana dilakukan langkah-langkah seperti dalam *waterfall* mulai dari analisis, perancangan, pengkodean, dan pengujian. Analisis dilakukan spesifik untuk kebutuhan 3D semu, meliputi pengumpulan informasi sampel produk yang akan divisualisasikan, fitur-fitur dari *increment* sebelumnya yang mendukung penggunaan 3D semu, serta model interaksi pengunjung ke situs web yang dikembangkan. Dilakukan pengumpulan data baik dari studi literatur, wawancara ke calon pengguna di lokasi mitra UMKM, dokumentasi produk, dan survei online pada prasyarat pemenuhan kebutuhan visualisasi yang inovatif ke calon pengunjung situs.

Langkah perancangan menyiapkan arsitektur sistem agar fitur 3D semu menjadi subsistem dari situs web yang dihasilkan dari *increment* pertama, kemudian memodifikasi struktur situs yang hendak disisipi fitur 3D semu, merancang antarmuka fitur dan interaksi ke pengguna, dan merancang update pada basis data dari *increment* sebelumnya guna menampung dan menggunakan data yang diperlukan untuk fitur spesifik ini. Seperti halnya dalam langkah analisis, semua yang dijalankan dalam langkah perancangan didasarkan pada hasil yang didapat dari langkah serupa dalam semua *increment* sebelumnya agar fitur 3D semu dapat terintegrasi dengan baik ke situs web induk.

Pengkodean dilakukan dalam langkah selanjutnya untuk mendapatkan realisasi dari fitur 3D semu sebagai salah satu fungsi dalam situs web. Karena sejak *increment* pertama menggunakan PHP untuk skrip web server dan MySQL untuk basis data, maka pengkodean fitur 3D semu juga menggunakan teknologi yang sama dan dalam hal ini menggunakan kerangka kerja CodeIgniter yang memudahkan pengembangan menggunakan PHP (Purbo, 2021). Pengkodean juga menyisipkan penampil 3D semu dalam laman detail produk dan mempersiapkan fungsi pengelolaan data citra fitur 3D semu pada panel kelola admin yang dibangun dalam *increment* berikutnya yang telah mulai berjalan. Kemudian dilakukan modifikasi pada basis data utama agar dapat menampung data berupa rangkaian citra yang akan ditampilkan dalam laman detail produk.

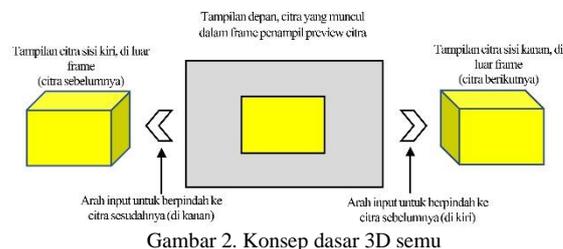
Di bagian akhir dijalankan pengujian UAT (*User Acceptance Test*) yang terdiri atas uji Alpha dan Beta (Pillai & Hemamalini, 2022). Penguji eksternal yang dilibatkan adalah calon pengguna dari mitra UMKM serta calon pengunjung. Skenario utama dalam uji Alpha adalah pemasukan data terkait fitur 3D semu dan menampilkan visualisasi produk dalam bentuk 3D semu. Keduanya dijabarkan dalam pertanyaan-pertanyaan menyangkut detail teknis fitur. Sedangkan fokus pada uji Beta adalah penerimaan pengguna dari sisi pengunjung maupun pengelola pada fitur 3D semu yang disisipkan dalam situs web basis hasil dari *increment* sebelumnya.

2.2. Perekayasaan Solusi

Analisis kebutuhan untuk fitur 3D semu (di luar hasil analisis dari *increment* sebelumnya) memunculkan ringkasan kebutuhan utama berikut ini:

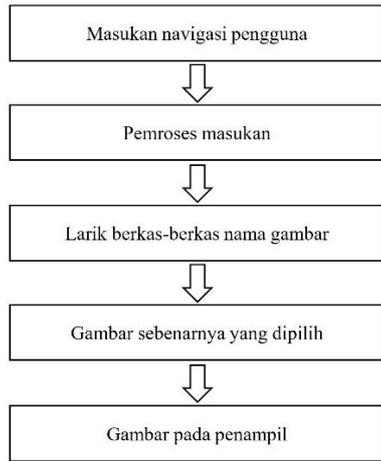
- Fitur 3D semu mudah diakses pengunjung.
- Penampil 3D semu mudah digunakan dan dapat ditampilkan dalam semua platform.
- Fitur dapat menampilkan gambaran produk yang lebih lengkap secara visual dibanding foto.
- Memiliki alur proses yang mudah bagi pengelola untuk mempersiapkan dan memasukkan material guna divisualisasikan.
- Masukan rangkaian citra dapat ditampilkan sebagai 3D semu tanpa proses lebih lanjut oleh pengelola.
- Tidak akan memunculkan penambahan yang kompleks pada bagian panel pengelolaan data admin.

Fitur 3D semu menampilkan citra secara berurutan sesuai masukan pengguna. Citra dalam urutan sebelum dan sesudah yang sedang ditampilkan akan dimunculkan tergantung masukan pengguna. Bila citra sebelum atau sesudahnya berisi tampilan dari sisi berbeda, maka akan nampak efek seolah berputar yang mengesankan tampilan 3D. Konsep dasar fitur ini diperlihatkan dalam Gambar 2.



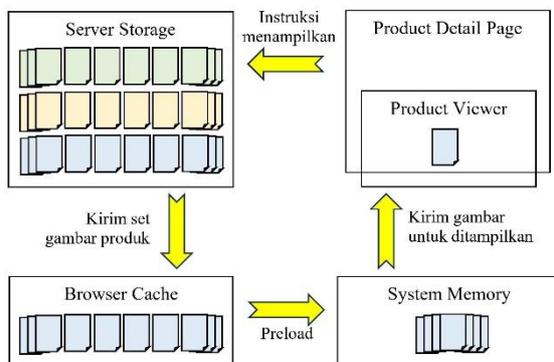
Gambar 2. Konsep dasar 3D semu

Penggambaran urutan langkah menampilkan rangkaian citra pada fitur ini ditunjukkan pada Gambar 3. Proses pada fitur ini diawali dengan menerima masukan dari pengguna, dapat berupa informasi arah usap saat menggunakan perangkat layar sentuh, informasi arah seret saat menggunakan perangkat penunjuk misalnya tetikus, atau informasi serupa lainnya. Masukan ini diterjemahkan menjadi instruksi untuk menentukan apa yang harus dilakukan selanjutnya. Instruksi akan diberikan pada fitur dalam bentuk perintah untuk memeriksa nomor urut berkas yang statusnya sedang ditampilkan. Kemudian, berdasarkan data masukan dari instruksi tersebut, fitur menentukan apakah akan memilih nomor urut berikutnya atau sebelumnya. Berkas citra aktual yang sesuai nomor urut yang dipilih dalam instruksi kemudian ditampilkan pada fungsi penampil.



Gambar 3. Urutan langkah menampilkan rangkaian gambar

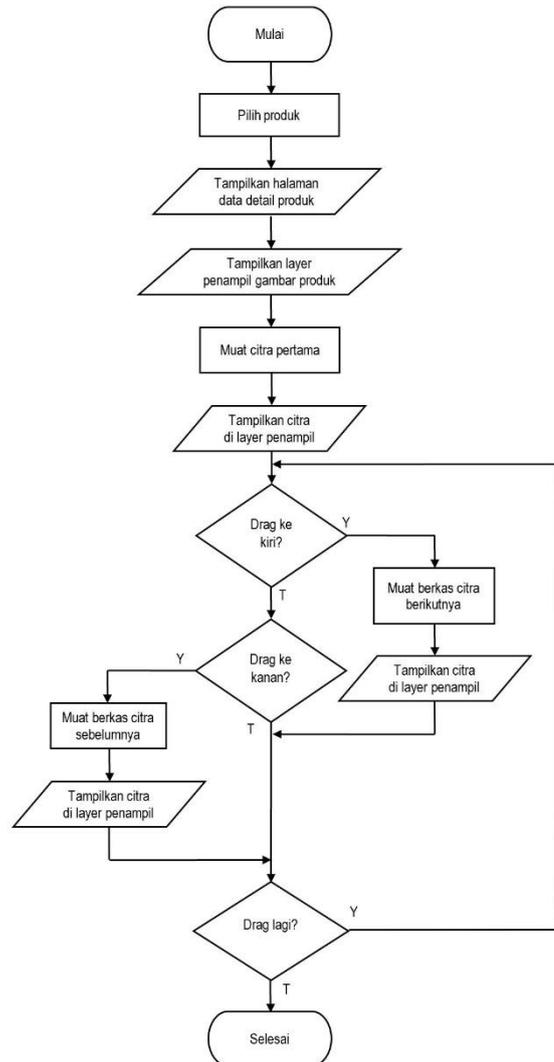
Fitur menerapkan *preloading* (pemuatan awal semua berkas ke memori perangkat) rangkaian citra yang hendak ditampilkan. *Preloading* memunculkan *overhead* (tambahan jeda) waktu untuk menampilkan laman detail dengan durasi tergantung sistem pengunjung dan koneksi jaringan, namun akan membuat pemuatan citra pada penampil 3D semu menjadi instan dan tidak ada pemuatan lagi yang dapat mengganggu atau menimbulkan tundaan tampilan saat rangkaian citra dimunculkan secara bergantian. Proses *preloading* rangkaian citra untuk ditampilkan dalam fitur 3D semu diperlihatkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Proses *preloading* rangkaian gambar

Tampilan 3D semu bersifat spesifik untuk sebuah produk, oleh karena itu fitur ini diletakkan di dalam laman yang menyajikan detail sebuah produk. Situs web induk menyediakan semua data yang ditampilkan dalam laman detail produk, termasuk informasi himpunan data citra yang terkait dengan produk yang sedang ditampilkan. Himpunan data citra ini yang nantinya ditampilkan bilamana pengguna memilih untuk menggunakan fitur 3D semu guna mengamati produk ini lebih lanjut. Saat pengunjung mengakses fitur 3D semu, sebuah *layer* (lapis tampilan dalam antarmuka) yang dibuat dengan DOM (*Document Object Model*) JavaScript akan ditampilkan di atas laman detail untuk menampilkan citra yang dapat dimanipulasi secara terbatas oleh pengunjung. Berdasarkan uraian proses sebelumnya,

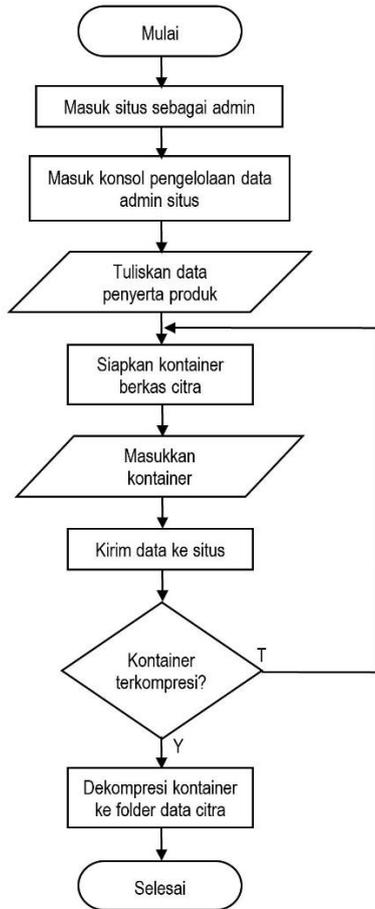
maka pemodelan proses untuk menampilkan 3D semu yang lebih lengkap ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses menampilkan data 3D semu

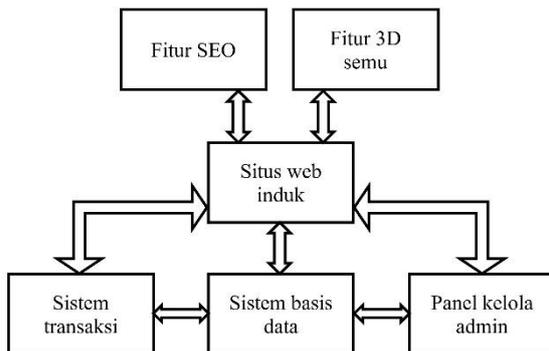
Fitur 3D semu mengambil respon pengguna yang memberikan masukan berupa event *drag* pada penampil 3D semu sebagai instruksi untuk menampilkan sejumlah citra berikutnya atau sebelumnya sesuai urutan rangkaiannya dan mengikuti arah gerakan *drag*. Citra yang hendak diperlihatkan pada penampil telah di-*preload* oleh laman detail produk yang merupakan bagian dari situs web basis setelah data diambil dari basis data dan repository berkas.

Proses pemasukan berkas citra dan data terkait fitur ini dimodelkan seperti dalam Gambar 6. Agar proses pengelolaan data berkas citra menjadi terpusat dan tidak mengurangi kesederhanaan dalam pengelolaan data situs secara keseluruhan, maka fungsi-fungsi tersebut disisipkan ke dalam subsistem pengelolaan data berupa laman konsol admin. Desain pengelolaan data fitur 3D semu dalam *increment* ini dijadikan dasar dalam analisis *increment* selanjutnya untuk mempersiapkan dan membangun subsistem pengelolaan tersebut.



Gambar 6. Proses memasukkan data 3D semu

Keterkaitan antara setiap bagian dari keseluruhan situs termasuk fitur 3D semu diperlihatkan dalam Gambar 7. Fitur 3D semu tidak terhubung langsung ke basis data karena proses untuk mengalirkan data berupa rangkaian citra yang dibutuhkan fitur 3D semu dari basis data dilakukan oleh situs web induk. Fitur 3D semu menggunakan informasi rangkaian citra yang telah diproses oleh situs web induk untuk digunakan dalam bagian penampil. Fitur 3D semu tidak pula terhubung langsung ke fitur pengelolaan data yaitu panel kelola admin karena data yang ditambahkan atau diubah dari fitur pengelolaan data akan digunakan fitur 3D semu setelah disediakan oleh situs web induk yang dimodifikasi agar integrasi dapat terlaksana.

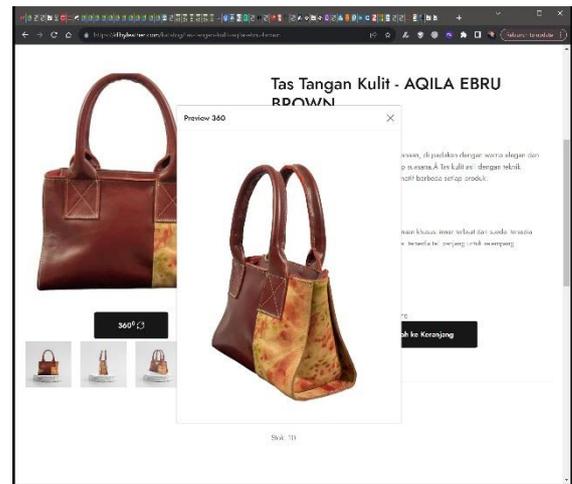


Gambar 7. Arsitektur sistem keseluruhan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

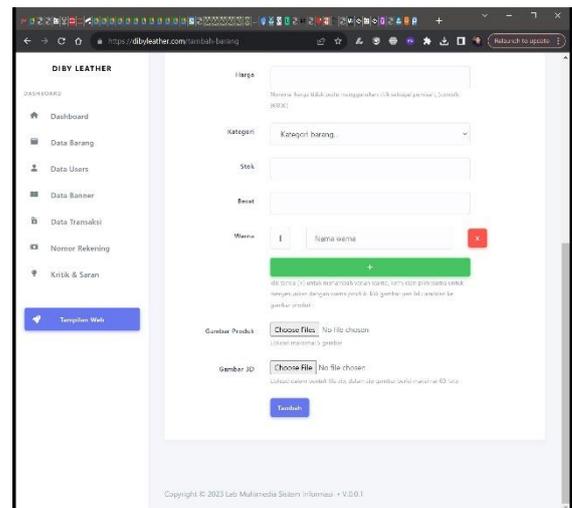
3.1. Hasil Pengembangan

Sampel tampilan hasil pengembangan fitur 3D semu dalam *increment* ke-4 dari keseluruhan pengembangan pada penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 8. Fitur disisipkan langsung ke dalam laman detail produk dalam situs web UMKM untuk meminimalkan perubahan pada struktur laman situs web. Fitur akan ditampilkan pada layer yang muncul di atas laman detail setelah pengunjung memberikan klik pada kotak tombol bertuliskan 360° yang ada di bawah foto preview produk.



Gambar 8. Tampilan fitur 3D semu

Pengisian data citra dimasukkan lewat laman pengelolaan data admin situs web hasil *increment* selanjutnya. Tampilan laman pengelolaan dari *increment* pertama tidak banyak berubah dari desain awal karena hanya menyisipkan bagian pemasukan data seperti diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Bagian pemasukan data

Berkas citra yang menjadi material untuk fitur 3D semu dibuat dengan mengambil gambar produk menggunakan konfigurasi seperti dalam Gambar 10.

Konfigurasi, alat, dan berbagai hal lain terkait pengambilan gambar untuk membuat berkas citra 3D semu dalam penelitian ini telah dipublikasikan dalam sebuah paten sederhana (Hananto, Salsabila, Agustina, Maulidiyah, Syarif, Fadly, & Agustin, 2024). Pihak mitra UMKM dapat menggunakan beragam alat yang mudah diperoleh sehingga biaya penyediaan material untuk fitur dapat diminimalkan.



Gambar 10. Konfigurasi pengambilan gambar

Berkas-berkas citra tidak dikirimkan satu demi satu karena akan menyulitkan pengelola. Setelah semua citra diedit, dinamai sesuai urutan, dan dibersihkan dari hal-hal yang tidak diperlukan termasuk latar belakang, maka rangkaian citra dikompres menjadi sebuah berkas dengan format .zip. Berkas ini bertindak sebagai kontainer untuk himpunan berkas citra yang akan dijadikan masukan ke server. Dengan demikian pengguna hanya perlu mengirimkan sebuah berkas saja ke server untuk setiap produk. Skrip dalam server akan melakukan dekompresi saat berkas ini dipilih lewat query untuk ditampilkan oleh fitur 3D semu. Semua citra hasil dekompresi diletakkan dalam folder sementara dalam server, yang akan dimuat oleh skrip ke memori saat laman detail ditampilkan di browser agar dapat digunakan oleh bagian penampil fitur 3D semu sesuai produk yang dipilih.

Fitur yang telah disisipkan ke dalam situs induk dievaluasi dengan metode *User Acceptance Test* (UAT) menggunakan uji Alpha dan Beta. Uji Alpha dilaksanakan dalam lingkungan dan sistem pengembang yang tertutup, oleh para tester kalangan akademik dan wakil dari mitra penelitian. Skenario utama pada uji Alpha adalah pengelolaan data dan akses ke penampil 3D semu. Semua skenario dapat terselesaikan oleh semua tester, yang menunjukkan bahwa secara teknis semua bagian fitur 3D semu bekerja sesuai rancangannya. Tabel 1 menampilkan daftar cek pada aspek teknis fitur 3D semu untuk uji Alpha.

Tabel 1. Daftar Cek Aspek Teknis

aspek	status
Laman penambahan data dapat menampilkan tombol pemilihan berkas kumpulan citra	√
Tombol pemilihan berkas kumpulan citra dapat diakses pengguna	√
Tombol pemilihan berkas kumpulan citra dapat memunculkan window pemilihan berkas kumpulan citra	√
Nama berkas kumpulan citra yang dipilih dapat ditampilkan di laman penambahan data	√
Berkas kumpulan citra yang dipilih dapat diunggah ke server	√
Berkas kumpulan citra yang diunggah dapat tersimpan di server	√
Laman detail produk menampilkan tombol 360°	√
Tombol 360° dapat diakses oleh pengguna	√
Tombol 360° dapat memunculkan layer penampil 3D semu di atas laman detail produk	√
Layer penampil 3D semu memunculkan gambar yang sesuai produk	√
Drag ke sisi kiri dan kanan pada layer dapat mengubah tampilan citra pada penampil 3D semu	√
Perubahan citra pada penampil 3D semu sesuai arah gerakan drag	√
Tidak ada error dalam memunculkan rangkaian citra pada penampil 3D semu	√
Layer penampil 3D semu dapat ditutup dan laman detail produk tetap berfungsi normal	√

Setelah semua bagian teknis diketahui dapat bekerja dengan baik sesuai rancangannya, maka fitur siap untuk masuk ke tahap selanjutnya yaitu uji Beta. Poin-poin uji Beta yang memerlukan respon subjektif pengujian adalah tentang:

- kecepatan pemuatan;
- kelengkapan informasi;
- kehalusan dan kelancaran tampilan;
- penggambaran produk yang inovatif;
- kesan yang baik pada produk dan cara menampilkannya;
- ketertarikan pada produk;
- keinginan mencermati tampilan produk secara mendalam;
- pendeknya waktu mempelajari fitur;
- kemudahan memahami informasi;
- kejelasan dan detail tampilan dan informasi;
- kemudahan dan kesederhanaan akses;
- kemudahan interaksi ke fitur;
- kinerja fitur yang tetap tinggi untuk menampilkan berbagai representasi digital dari produk;
- kemudahan terkait perangkat, browser, dan platform pengguna; dan
- transparansi integrasi ke situs web induk.

Setiap poin uji didetailkan menjadi satu atau lebih pernyataan yang memiliki pilihan respon yaitu sangat tidak setuju, tidak setuju, tidak tahu, setuju, dan sangat setuju. Pengujian memilih responnya secara subjektif setelah mencoba fitur. Skor untuk tiap respon mulai dari 1 s.d 5 dan akan dihitung menggunakan skala penerimaan Likert berdasarkan respon semua pengujian yang berjumlah 40 orang.

Untuk keperluan uji Beta, maka fitur disisipkan ke dalam versi produksi situs web induk kemudian

diletakkan dalam sebuah server pemberi layanan hosting web agar dapat dilakukan pengujian secara online. Hal ini sesuai dengan definisi uji Beta yang diacu, yaitu pengujian oleh calon pengguna dalam lingkungan penggunaan sebenarnya yang tidak dikendalikan oleh pengembang. Penguji dapat menggunakan perangkat apapun dengan platform, sistem operasi, dan browser apapun yang biasa mereka gunakan sehari-hari. Tidak dipersyaratkan browser setidaknya harus sesuai standar HTML5 karena perangkat modern umumnya telah menggunakan browser yang kompatibel standar tersebut. Penguji kemudian memberikan respon lewat form online sehingga hasilnya dapat langsung digunakan oleh tim pengembang.

Terdapat keseluruhan 30 pernyataan yang harus direspon penguji. Total skor yang didapat adalah 5438. Kemudian dilakukan penghitungan skala nilai untuk mengetahui bagaimana sikap pengguna secara umum berdasarkan skor total tersebut.

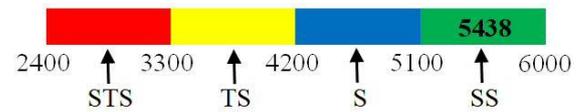
1. Menetapkan nilai maksimal, yaitu mengalikan skor respon maksimal dengan jumlah penguji dan jumlah pernyataan.
Nilai maksimal = $5 \times 30 \times 40 = 6000$
2. Menetapkan nilai minimal, yaitu mengalikan skor respon minimal dengan jumlah penguji dan jumlah pernyataan.
Nilai minimal = $2 \times 30 \times 40 = 2400$
3. Menetapkan nilai median, yaitu jumlah nilai maksimal dan minimal dibagi dua.
Nilai median = $(6000 + 2400) / 2 = 4200$
4. Menetapkan nilai kuartil 1, yaitu jumlah nilai minimal dan median dibagi dua.
Nilai kuartil 1 = $(2400 + 4200) / 2 = 3300$
5. Menetapkan nilai kuartil 3, yaitu jumlah nilai maksimal dan median dibagi dua.
Nilai kuartil 3 = $(6000 + 4200) / 2 = 5100$
6. Skala nilai dibuat berdasar perhitungan di atas untuk menyusun kategori sikap. Skala nilai dan kategori sikap terkait diperlihatkan dalam Tabel 2.
7. Terdapat empat tingkat kategori sikap yang disusun berdasarkan skala nilai, yaitu sangat tidak setuju (STS); tidak setuju (TS), setuju (S); dan sangat setuju (SS). Kategori sikap tidak menyertakan sikap netral, sehingga tidak dimunculkan dalam skala nilai.

Tabel 2. Penyusunan Skala Nilai

ktg. sikap	batas skor	nilai
SS	Kuartil 3 $\leq n \leq$ Skor Maksimal	5100 - 6000
S	Median $\leq n <$ Kuartil 3	4200 - 5099
TS	Kuartil 1 $\leq n <$ Median	3300 - 4199
STS	Skor minimal $\leq n <$ Kuartil 1	2400 - 3299

Kategori penerimaan pengguna secara keseluruhan ditetapkan berdasar kategori sikap. Dengan demikian terdapat empat kategori penerimaan sesuai kategori sikap, yaitu sangat negatif, negatif, positif, dan sangat positif. Gambar 11 menunjukkan posisi skor hasil pengujian dalam skala

nilai yang berada pada kategori sangat positif, yang menunjukkan bahwa para penguji menyatakan sangat menerima fitur 3D semu ini sebagai bagian dari situs web keseluruhan.

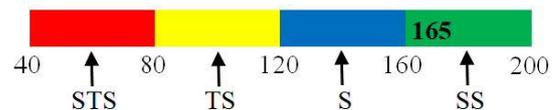


Gambar 11. Hasil uji oleh kelompok pengguna

Berdasarkan hasil UAT di atas, secara umum para pengguna kelompok pengunjung menyatakan penerimaannya kepada fitur 3D semu yang diintegrasikan dalam situs yang menjadi media penjualan online UMKM. Pengguna kelompok pengelola juga menjalankan uji Beta seperti di atas, dengan tambahan fokus uji yaitu:

- kesederhanaan dalam proses pengelolaan data;
- kemudahan penyiapan data;
- kemudahan untuk mengelola data;
- integrasi dengan situs secara keseluruhan; dan
- kesesuaian hasil visualisasi dengan produk.

Penguji kelompok pengelola hanya satu karena dari UMKM mitra penelitian yang ditugaskan untuk mengelola hal terkait TI hanya seorang. Pernyataan yang direspon sejumlah 40. Menggunakan cara perhitungan sebelumnya, skala nilai secara singkat disampaikan yaitu nilai maksimal = 200, nilai minimal = 40, median = 120, kuartil 1 = 80, dan kuartil 3 = 160. Hasil skor uji Beta bagian ini adalah 165. Posisi skor tersebut pada skala nilai diperlihatkan dalam Gambar 12 yang termasuk dalam kategori sangat positif.



Gambar 12. Hasil uji oleh kelompok pengelola

3.2. Pembahasan

Berdasarkan observasi di tahap pengujian, tampilan fitur dapat menyesuaikan dengan modus tampilan pada perangkat pengguna meskipun belum secara khusus dirancang untuk memiliki kemampuan responsif seperti didefinisikan dalam (Rupali, Mankame, Patil, & Dhavalgi, 2024). Eksperimen penggunaan secara khusus pada perangkat bergerak berupa ponsel dan tablet memunculkan komentar yaitu tampilan keseluruhan dapat tetap mudah dilihat dan dicermati; ukuran teks masih memungkinkan untuk membuat tulisan dapat terbaca; dan model 3D dapat diakses baik dalam laman kategori maupun dalam laman detail. Tampilan masih nampak proporsional, namun karena belum secara khusus dikonfigurasi untuk layar kecil, maka penyesuaian ukuran termasuk teks penyerta masih diperlukan.

Beberapa catatan lain diperoleh selama eksperimen pengembangan. Fitur 3D semu dalam penelitian ini dibatasi untuk dapat menampilkan sampai 60 citra untuk setiap putaran. Semakin banyak citra akan membuat pergantian gambar nampak semakin halus. Namun berdasarkan eksperimen, bila menggunakan lebih dari 60 citra maka muncul permasalahan dalam proses *preloading*, yang mengakibatkan fitur ini tidak selalu berhasil menampilkan semua citra yang telah diunggah ke server.

Karena fitur menggunakan metode *preload* citra sebelum dimunculkan dalam layer penampil, bila citra menggunakan resolusi dan kualitas tinggi maka efek pembebanan seperti saat jumlah citra melewati 60 dapat terjadi, bahkan sebelum jumlah maksimal 60 citra tercapai. Resolusi dan kualitas tinggi membuat ukuran berkas menjadi lebih besar. Diperlukan penurunan resolusi hingga maksimal 600x600 dan faktor kompresi citra dalam format .JPG setidaknya 30, agar ukuran kumpulan berkas keseluruhan menjadi lebih kecil namun tampilan produk tidak banyak mengalami perubahan dibandingkan berkas aslinya. Penurunan ukuran berkas yang signifikan mempermudah pengunggahan ke server dan mempercepat *preload*, sekaligus meminimalkan kemungkinan terjadinya error.

Emulasi gerakan 3D penuh tidak dilakukan dalam fitur karena simulasi putaran yang diperlihatkan hanya secara horisontal dari satu sisi saja, yaitu dari kanan ke kiri atau sebaliknya. Bila hendak mengemulasi gerakan vertikal, maka diperlukan skrip tambahan untuk mendeteksi input pengguna dengan pola gerakan atas-bawah. Skrip juga mengecek pada citra ke berapa perintah gerakan vertikal diinputkan. Bila putaran horisontal menggunakan 60 citra, maka diperlukan $60 \times 60 = 3600$ citra secara keseluruhan untuk mengemulasi gerakan atas-bawah pada setiap frame horisontal. Bila sebelum selesai melakukan putaran vertikal pengunjung membuat putaran horisontal lagi, maka diperlukan 60 gambar lagi untuk setiap frame vertikal yang memungkinkan, sehingga total diperlukan $60 \times 60 \times 60 = 216.000$ citra. Pembuatan citra sebanyak ini akan sangat menyulitkan pemilik UMKM tanpa peralatan khusus berharga mahal seperti yang dimiliki penyedia layanan pembuatan rangkaian citra 3D semu profesional. Memori perangkat pengguna yang dipakai untuk menampilkan fitur ini juga akan sangat terbebani. Penggunaan 3D penuh akan lebih sesuai daripada menggunakan 3D semu, namun akan menjadikan target kesederhanaan dan kemudahan bagi kalangan UMKM tidak dapat terpenuhi. Untuk mengatasi hal ini maka arah dan sudut kamera saat pengambilan citra diposisikan mencakup sebagian area sisi atas produk sehingga pengunjung tidak perlu harus melakukan putaran vertikal untuk melihat bagian atas produk yang mereka cermati.

Karena bukan merupakan grafika 3D sepenuhnya, modus-modus interaksi yang ada dalam

navigasi 3D tidak dapat dilakukan dalam tampilan fitur 3D semu. Pengunjung hanya dapat melihat tampilan yang menyerupai rotasi horisontal tanpa dapat melakukan *zoom*, *pan*, *shift*, dan sebagainya. Fungsi *zoom* hanya dapat dilakukan pada foto-foto produk selain yang ditampilkan dalam fitur 3D semu. Meskipun demikian, sesuai komentar dari para pengguna dan pengelola selaku tester UAT, secara umum visualisasi yang dihasilkan dapat memunculkan gambaran produk yang lebih lengkap dan terlihat lebih menyeluruh bila dibandingkan hanya menggunakan sejumlah foto dan video. Ini selaras dengan acuan-acuan yang menjadi dasar pemilihan metode visualisasi, diantaranya adalah (Pinho, 2023). Interaktivitas ke representasi digital dari produk untuk melakukan pencermatan juga dapat menjadi nilai tambah dalam visualisasi menggunakan fitur 3D semu. Hal ini dapat meningkatkan kualitas cara penyajian informasi secara keseluruhan yang meningkatkan kesan pengguna pada produk, dan meningkatkan peluang terjadinya transaksi.

Berdasarkan uji Beta, selain penerimaan dari tester kelompok pengguna, mitra yang bertindak sebagai tester kelompok pengelola juga menyatakan penerimaannya. Hal ini mengindikasikan bahwa kebutuhan-kebutuhan dasar yang disampaikan mitra pada awal penelitian telah dapat dipenuhi. Fitur 3D semu memberikan kesederhanaan dalam pengelolaan data, karena terintegrasi dengan sistem pengelolaan semua data untuk setiap produk sehingga proses CRUD mudah dilakukan. Kesederhanaan ini memunculkan kemudahan dalam pengelolaan maupun penyiapan material fitur berupa rangkaian citra 2D untuk setiap produk. Visualisasi yang dihasilkan fitur dapat memperlihatkan produk dengan detail tinggi dan sesuai produk aslinya, membuat pengunjung dapat memiliki gambaran lebih baik pada produk yang diminatinya. Selain itu, semua pekerjaan untuk menyiapkan atau mengelola fitur dan data di dalamnya dapat dilakukan dengan relatif cepat, sehingga representasi digital dari produk UMKM yang khas dan unik dapat segera dipublikasikan di dalam media online mereka.

4. KESIMPULAN

Penelitian telah menghasilkan sebuah solusi berupa fitur visualisasi inovatif yang dapat memperlihatkan tampilan fisik produk dari berbagai sudut layaknya grafika 3D. Solusi berupa fitur 3D semu yang diintegrasikan dalam situs web mudah digunakan oleh kalangan UMKM dengan SDM terbatas untuk mengelola data terkait, dan dapat diakses pengunjung dengan mudah. Fitur dapat memperlihatkan representasi digital dari produk dengan lebih baik dibandingkan penggunaan beberapa foto seperti umumnya digunakan situs lain sejenis, sehingga dapat memberikan pemahaman dan kesan yang lebih baik pada produk yang ditawarkan UMKM kepada pengunjung situs.

Produk dapat memiliki kelebihan tertentu yang perlu mendapat fokus melalui visualisasi yang spesifik. Penelitian selanjutnya yang direncanakan adalah upaya mengemulasi tampilan navigasi gaya 3D yang lebih luas dibandingkan sekedar nampak memutar objek. Dengan demikian visualisasi akan mengungkap lebih banyak hal kepada pengunjung agar menjadi semakin tertarik pada produk tersebut.

5. DAFTAR PUSTAKA

- BRUTZMAN, D. dan FLOTYŃSKI, J., 2020. X3D Ontology for Querying 3D Models on the Semantic Web. 25th International Conference on 3D Web Technology (Web3D '20). Virtual conference, Republic of Korea, 9-13 November 2020. New York: ACM.
- CAKRANEGARA, P.A., ZUANA, M.M.M., SESTRI, E., SURAHMAN, B., dan KURNIAWANSYAH, K., 2022. Implementation of the E-Commerce Platform to Improve Technology Adaptation in MSMEs. *Jurnal Ekonomi*, 11(03), pp.1713–1719.
- CHAVAN, V.M., DESHMUKH, J.V., INGLE, S.P., dan CHAVAN, A.M., 2023. The Effect of 360-Degree Rotatable Product Images on Purchase Intention. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 4(10), pp.591-593.
- DEBATTISTA, K., BUGEJA, K., SPINA, S., BASHFORD-ROGERS, T. dan HULUSIC, V., 2017. Frame rate vs Resolution: a subjective evaluation of spatio-temporal perceived quality under varying computational budgets. *Computer Graphics Forum*, 1981(0), pp.1-13.
- ELLING, J.M. dan DE VRIES, H., 2021. Influence of Animation- Versus TextBased Delivery of a Web-Based Computer-Tailored Smoking Cessation Intervention on User Perceptions. *European Journal of Health Communication*, 2(3), pp.1-23.
- GENG, Y., CHANG, L., TING, F., JINYUAN, J., ENMING, L., YIQIANG, H., SIYUAN, F., LONG, W., LEI W., dan QINGYU, H., 2023. A survey of real-time rendering on Web3D application. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 5(5), pp.379-394.
- , M.W., SALSABILLA, F.G., AGUSTINA, T., MAULIDIYAH, R., SYARIF, S., FADLY, M.R., dan AGUSTIN, D., 2024. Alat Pengubah Rangkaian Citra 2D Menjadi Tampilan Gambar 3D Semu. Paten nomor IDS000007382. Jakarta: DJKI Kemenkumham RI.
- HASANUDIN, 2022. Dampak Covid-19 Terhadap Penjualan Sektor UMKM di Bogor. *Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Bisnis*, 7(1), pp.74-88.
- HASEBRINK, F., 2022. Showing How They Made Them Move: Early Making of Documentaries on the Production of Animated Films. *animation: an interdisciplinary journal*, 17(1), pp.110-126.
- HEWAWALPITA, S. dan PERERA, I., 2017. Effect of 3D Product Presentation on Consumer Preference in E-Commerce. *Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon)*. Moratuwa, Sri Lanka, 29-31 May 2017. IEEE Xplore. pp.485-490.
- HUSODO, A.Y., AGITHA, N., BIMANTORO, F., IRMAWATI, B., DWIYANSAPUTRA, R., dan NAJAH, I. F., 2022. UI/UX Analysis of Integrated E-Commerce System with Smart Village Concept to Promote MSMEs (UMKM) and West Nusa Tenggara Tourism with Design Thinking Method. 1st Mandalika International Multi-Conference on Science and Engineering (MIMSE 2022). Lombok, 14 Sept. 2022. Dordrecht: Atlantis Press International BV. pp.311–325.
- IMAMEZA, D., JUNAEDI, D., dan ADRIAN, M., 2022. User Experience Analysis and Design for MSME Websites in Madiun Regency with the Design Thinking Method. 1st International Conference on Software Engineering and Information Technology (ICoSEIT 2022). Virtual conference, 22-23 Nov. 2022. IEEE Xplore. pp.168-173.
- KIM, S., BAEK, T.H., dan YOON, S., 2020. The effect of 360-degree rotatable product images on purchase intention. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 55, 102062.
- KONDOJ, M.A.S., LANGI, H.S., dan PUTUNG, Y., 2021. The Development of E-commerce Software for MSMEs using the Agile Methods. *Int J Comput Appl*, 183(37), pp. 50-52.
- LEWANDOWSKI, D., SÜNKLER, S., dan YAGCI, N., 2021. The influence of search engine optimization on Google's results: A multi-dimensional approach for detecting SEO. 13th ACM Web Science Conference (WebSci '21). Virtual event, United Kingdom, 21-25 June 2021. New York: ACM.
- NASUTION, M.F.A. dan HANUM, L., 2022. Meeting Attendance Design Using Web-Based QRcode on Diskominfo Kota Tebing Tinggi. *Journal of Information System and Technology Research*, 1(2), pp.58-67.
- ODEH, A.H., 2019. Analytical and Comparison Study of Main Web Programming

- Languages – ASP and PHP. *TEM Journal*, 8(4), pp.1517-1522.
- PALACIOS-IBÁÑEZ, A., MARTÍ, F.O., CAMBA, J.D., dan CONTERO, M., 2022. The influence of the visualization modality on consumer perception: A case study on household products. *Human Factors in Communication of Design*, 49, pp.160–166.
- PILLAI, N.S.R. dan HEMAMALINI, R.R., 2022. Hybrid User Acceptance Test Procedure to Improve the Software Quality. *The International Arab Journal of Information Technology*, 19(6), pp.956-964.
- PINHO, A.R.D., 2023. Impact of 3D image reconstruction on user experience in a circular economy context. Disertasi, Department of Informatics Engineering of the Faculty of Sciences and Technology of the University of Coimbra.
- PRASETYO, N.A., FIRDAUSI, M.F., SABILIRASYAD, I., dan HERMANSYAH, M., 2024. Implementation of Digital Marketing in Micro, Small, Medium Enterprises (UMKM) in Bagon Village as a Modernization Step For Community Economic Empowerment,” *RECORD : Journal of Loyalty and Community Development*, 1(2), pp.83–89.
- PRESSMAN, R.S. dan MAXIM, B.R., 2015. *Software Engineering: A Practitioner’s Approach*, 8th ed. New York: McGraw-Hill Education.
- PURBO, O. W., 2021. A Systematic Analysis: Website Development using Codeigniter and Laravel Framework. *Enrichment: Journal of Management*, 12(1), pp.1008-1014.
- PUSPITA, H.Y., YULASTRI, A., dan YULIANA, 2019. Development of E-Commerce Website at MSME Food VII Koto Talago Village, Lima Puluh kota District. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 4(4), pp.206–210.
- RUPALI, R., MANKAME, D. P., PATIL, B., dan DHAVALGI, V., 2024. Responsive Web Design: Principles and Implementation. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(7), pp.4291-4293.
- SANDRIN, E. dan FORZA, C., 2023. Visualization in Configurators: Reflections for Future Research. 25th International Workshop on Configuration (ConfWS’23). Málaga, Spain, 6-7 Sept. 2023. *CEUR Workshop Proceedings*. pp.8-14.
- SHIRBHATE, D.V. dan INGOLE, D.S., 2018. Adding Life to Virtual Reality Using VRML. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 120(6), pp.10745-10768.
- SHOLIHIN, U. dan MUKHLIS, I., 2023. Penggunaan Media Sosial dan Market Place Untuk Mengembangkan Pemasaran UMKM (Studi deskriptif Kualitatif pada Kelompok UMKM Hantaran Kota Kediri). *Jurnal Bintang Manajemen (JUBIMA)*, 1(4), pp.204-218.
- SUCIPTO, 2023. Analisis Kesiapan Digitalisasi Pelaku Usaha Mikro, Kecil dan Menengah di Kabupaten Jember, Indonesia. *Jurnal Pendidikan Ekonomi: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, Ilmu Ekonomi, dan Ilmu Sosial*, 17(1), pp.18-33.
- WAHYUNI, D. dan AYUNINGSIH, E., 2022. WEB-Based Design of E-Commerce for Small and Medium Enterprises in Bengabing Village. *Jurnal INFOKUM*, 10(2), pp.838–848.
- WIDIANTORO, A.D., 2024. Implementation of the User Centered Design (UCD) Method for MSME E-commerce. *SISFORMA*, 10(2).
- ZAGOTO, Y., YULIYATI, M.T., PAMBUDI, R., CIKDAN, M., dan MUKADI, 2022. Peran Pemasaran Melalui Media Sosial dalam Meningkatkan Pendapatan UMKM di Masa Pandemi. *Jurnal Peradaban Masyarakat*, 2(1), pp.37-40.
- ZENG, R., 2021. Research on the Application of Computer Digital Animation Technology in Film and Television. *Journal of Physics: Conference Series*, 1915(2021).
- ZHENG, Y. dan DING, Y., 2022. Lightweight Application of Signal BIM Models Based on GITF and WebGL. *Journal of Applied Science and Engineering*, 26(8), pp.1071-1081.