

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada beberapa penelitian sebelumnya terkait dengan penggunaan metode *design thinking*, implementasi *augmented reality* pada perangkat *mobile*, dan evaluasi heuristik adalah sebagai berikut :

Hastangka (2024) meneliti tentang metode *design thinking* dapat membantu mengidentifikasi masalah mendasar dalam kebijakan pendidikan pasca-Jokowi dan menawarkan solusi yang lebih efektif. Hal ini mendorong keterlibatan pemangku kepentingan untuk menciptakan kebijakan yang lebih baik dan relevan dengan kebutuhan masyarakat.

Di bidang teknologi, Somantri, dkk. (2024) menerapkan *design thinking* untuk meningkatkan adopsi sertifikat tanah elektronik. Penelitian sebelumnya menggunakan metode *design thinking* untuk mengidentifikasi masalah utama dalam pelaksanaan program sertifikat tanah elektronik di Kementerian ATR/BPN. Dengan melalui tahapan empati, definisi, ideasi, prototipe, dan uji, penelitian ini menemukan kekhawatiran pengguna terkait keamanan data dan kompleksitas proses dokumentasi.

Aplikasi seluler yang dirancang untuk membantu pencari kerja dan pengusaha juga menggunakan pendekatan *design thinking*. Aplikasi ini bertujuan untuk mengoptimalkan bonus demografi di Indonesia dengan memfasilitasi hubungan antara pencari kerja, pengusaha, dan investor, pada penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya oleh Sanjaya, Putra dan Utama (2024). Sedangkan penelitian oleh Ghina dan Afifah (2021) dalam dunia bisnis, khususnya startup mode kustom, *design thinking* digunakan untuk memahami interaksi antara penyedia layanan dan pengguna. Penelitian menunjukkan bahwa banyak *start-up* tidak memenuhi kebutuhan pasar karena kurangnya pemahaman tentang keinginan pengguna. Dengan menerapkan *design thinking*, *start-up* dapat merumuskan solusi digital yang lebih transparan dan responsif terhadap kebutuhan pelanggan.

Artikel tentang “Tren keberlanjutan juga menjadi fokus utama dalam penerapan *design thinking*. Misalnya, proyek pengembangan platform online untuk menjual makanan sisa bertujuan mengurangi limbah makanan di Indonesia” yang diteliti oleh Dafa, Surakarta dan Widiati (2024) juga menemukan bahwa metode *design thinking* digunakan untuk merancang antarmuka pengguna yang intuitif sehingga dapat menghubungkan pelaku bisnis makanan dengan konsumen secara efisien.

Landasan teoritis untuk menguji produk UMKM menggunakan metode pemikiran desain dan evaluasi heuristik melibatkan pendekatan terstruktur untuk memahami kebutuhan pengguna dan meningkatkan kegunaan produk. Sedangkan *design thinking* adalah metodologi yang berpusat pada pengguna yang menekankan empati, ide, pembuatan prototipe, dan pengujian, sementara evaluasi heuristik berfokus pada prinsip-prinsip kegunaan untuk mengidentifikasi masalah potensial. Bersama-sama, metode ini memberikan kerangka kerja yang komprehensif untuk meningkatkan produk UMKM, memastikan mereka memenuhi harapan pengguna dan meningkatkan kinerja bisnis.

Design Thinking dalam pengujian produk UMKM

- a. Empati dan Kebutuhan Pengguna: Pemikiran desain dimulai dengan memahami kebutuhan dan tantangan pengguna. Misalnya, desain sistem *Point of Sales* (POS) untuk bengkel sepeda motor melibatkan identifikasi kebutuhan untuk transisi dari sistem transaksi konvensional ke digital untuk mengurangi kesalahan manusia dan meningkatkan efisiensi (Sidhunata, dkk, 2023).
- b. *Prototyping* dan pengujian: Prototipe kesetiaan tinggi dikembangkan dan diuji untuk mensimulasikan aplikasi akhir. Dalam kasus produk tradisional Bali, prototipe diuji menggunakan Skala Kegunaan Sistem (SUS), mencapai skor 88,375, menunjukkan kepuasan pengguna yang tinggi (Dantes, 2022).

Evaluasi Heuristik untuk Kegunaan

- a. Prinsip kegunaan, evaluasi heuristik menggunakan sepuluh prinsip kegunaan Nielsen, seperti visibilitas status sistem dan pencegahan kesalahan, untuk menilai kegunaan produk. Metode ini digunakan untuk mengevaluasi portal

halaman web, mengidentifikasi masalah kegunaan yang signifikan (Kumoro & Hasanah, 2020).

- b. Pengujian kegunaan, metode evaluasi heuristik juga diterapkan pada sistem studi pelacak, mengungkapkan kegunaan tinggi dengan skor rata-rata 78%, menyoroti area untuk perbaikan (Zainil Abidin, dkk, 2024).

Sementara pemikiran desain dan evaluasi heuristik memberikan kerangka kerja yang kuat untuk pengujian produk, penting untuk mempertimbangkan konteks inovasi yang bertanggung jawab yang lebih luas. Ini melibatkan memastikan bahwa inovasi memiliki dampak yang tepat pada sistem sosial ekonomi, yang dapat sangat relevan bagi UMKM yang bertujuan untuk memperluas jangkauan pasar mereka dan meningkatkan kinerja bisnis (Barus, dkk, 2022).

Sedangkan penelitian terbaru telah mengeksplorasi penggunaan *Augmented Reality* (AR) di berbagai bidang, termasuk pemasaran, desain produk, dan pendidikan. AR telah menunjukkan potensi dalam meningkatkan pengalaman konsumen dan mengubah strategi pemasaran. Dalam dunia pendidikan, aplikasi *Mobile AR* telah dikembangkan untuk memperkenalkan usaha kecil dan menengah (UKM) kepada siswa dan mengajarkan praktik-praktik budaya. *Mobile AR* juga telah diterapkan dalam desain untuk manufaktur aditif, membantu desainer dalam memvisualisasikan model 3D. Dalam konteks UKM, penelitian telah meneliti strategi untuk beradaptasi dengan pemasaran digital dan menggunakan *design thinking* untuk inovasi produk. Selain itu, teknologi AR telah digunakan dalam pendidikan kejuruan untuk meningkatkan pembelajaran teknik otomotif dan keselamatan ditempat kerja (Syahidi, dkk, 2020). Beberapa penelitian tersebut diatas dapat dilihat pada *literature review* pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 *Literature Review*

Penulis	Metode	Hasil
Hastangka, 2024	- Kajian literatur terhadap kebijakan pemerintah, buku, dan artikel jurnal ilmiah	Kebijakan pendidikan di Indonesia pasca reformasi belum menyentuh isu-isu mendasar terkait sistem, substansi, budaya, dan ekosistem pendidikan.
<i>Design Thinking of Indonesia's</i>	- Analisis data menggunakan analisis interpretatif,	

Penulis	Metode	Hasil
<i>Post-Jokowi Education Policy Hastangka</i> (lanjutan)	semiotika, analisis wacana kritis, dan pemikiran desain (lanjutan)	Untuk kebijakan pasca Jokowi, diperlukan pendekatan berbasis desain yang menekankan penguatan regulasi, tata kelola, dan sumber daya manusia. (lanjutan)
Entis Somantri, Dodie Tricahyono, Siska Noviaristanti, Astri Ghina, 2024. <i>Application of Design Thinking Method to Increase Adoption of Electronic Land Certificates</i>	- Strategi penelitian studi kasus - Pendekatan kualitatif yang berfokus pada pemahaman keterlibatan masyarakat - Unit analisis berupa kelompok - Keterlibatan peneliti yang minimal untuk menghindari intervensi data - Melibatkan 8 responden - 1 pihak internal (petugas pelayanan sertifikat tanah secara elektronik) dan 7 pihak eksternal (1 pengguna dan 6 calon pengguna) - Menggunakan proses <i>Design Thinking</i> secara penuh, termasuk tahapan <i>empathize</i>, <i>define</i>, <i>ideate</i>, <i>prototype</i>, dan <i>test</i>	1. Tahap empati, kekhawatiran utama pengguna adalah seputar keamanan data, proses yang rumit, dan kurangnya informasi. 2. Tahap <i>define</i>, masalah utama yang teridentifikasi adalah kebutuhan akan informasi dan sosialisasi yang komprehensif, masalah keamanan data, dan kekhawatiran akan biaya. 3. Tahap <i>ideate</i> menghasilkan dan memprioritaskan solusi, dengan <i>WA Chat Bot</i>, media sosial, dan iklan digital jadi pilihan utama.
Memet Sanjaya, Rizaldi Putra, Deni Utama, 2024 Perancangan Antarmuka Aplikasi Pencari Kerja dan Permodalan Menggunakan Metode <i>Design Thinking</i> Untuk Mengoptimalkan	- Empati: Membuat persona pengguna dan peta empati untuk memahami kebutuhan pengguna- - Mendefinisikan: Mengidentifikasi masalah pengguna dan menentukan masalah inti yang akan ditangani- - <i>Ideate</i>: Menghasilkan ide dan solusi berdasarkan masalah yang ditentukan- - Prototipe: Membuat diagram alur, diagram kasus penggunaan,	Hasil penelitian dalam makalah ini adalah perancangan antarmuka aplikasi yang intuitif dan ramah pengguna dengan menggunakan metode <i>Design Thinking</i> , yang mengintegrasikan portal lowongan pekerjaan dengan platform pendanaan untuk membantu mengoptimalkan

Penulis	Metode	Hasil
Bonus Demografi (lanjutan)	dan desain antarmuka menggunakan Adobe XD (lanjutan)	bonus demografi di Indonesia. (lanjutan)
Astri Ghina and Nurul Afifah, 2021. <i>Value Proposition Design for Custom Clothing Startup Using Design Thinking Approach</i>	- Pendekatan induktif, dimulai dengan ide-ide umum yang kemudian disempurnakan dan diuraikan - Strategi survei untuk mengumpulkan informasi tentang pengetahuan, sikap, dan perilaku masyarakat terkait dengan layanan pakaian adat - Metode penelitian kualitatif untuk memahami dan mengidentifikasi pola perilaku pengguna (pelanggan dan penjahit) dalam rangka merancang solusi - Pengambilan sampel secara sengaja (<i>purposive sampling</i>) untuk memilih informan yang mewakili fenomena yang sedang dikaji, termasuk pelanggan, penjahit, dan para ahli - Teknik pengumpulan data antara lain : wawancara mendalam, pengamatan, termasuk memilih informan, melakukan wawancara, dan mengumpulkan informasi melalui observasi, dokumen, dan materi visual	1. Masalah utama yang dialami oleh pelanggan adalah kekhawatiran tentang desain busana yang tidak sesuai dengan harapan, pesanan yang tidak selesai tepat waktu, dan ukuran pakaian yang tidak pas. 2. Masalah utama yang dialami penjahit adalah kesulitan dalam mengelola proses penjahitan secara efektif dan efisien, yang menyebabkan keterlambatan dan kurangnya komunikasi dengan pelanggan. 3. Solusi yang diusulkan adalah sistem manajemen proyek berbasis digital dengan proses layanan jahit yang transparan sehingga pelanggan dapat melihat status pesannya.
Muhammad Rafif Wildan, 2023 <i>Pengembangan Aplikasi Bergerak</i>	1. Empati: Memahami pengalaman, emosi, dan situasi target pengguna (peserta dan penyelenggara PETA) melalui wawancara	1) Aplikasi <i>mobile</i> berbasis <i>Augmented Reality</i> yang dikembangkan akan tersedia di <i>Play Store</i> untuk digunakan oleh peserta

Penulis	Metode	Hasil
Berbasis <i>Augmented Reality</i> Untuk Orientasi Mahasiswa Baru Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia (lanjutan)	dan observasi. 2. <i>Define</i> : Identifikasi kebutuhan pengguna dan titik nyeri untuk memandu pengembangan aplikasi. 3. <i>Ideate</i> : Menghasilkan dan mengevaluasi ide untuk solusi untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang teridentifikasi. 4. Prototipe: Implementasikan ide-ide ke dalam prototipe aplikasi seluler yang berfungsi. 5. Uji: Evaluasi prototipe dengan pengguna dan kumpulkan umpan balik untuk meningkatkan aplikasi. (lanjutan)	kegiatan PETA, sehingga dapat membantu para peserta dan meningkatkan antusiasme mereka dalam mengikuti kegiatan PETA. 2) Aplikasi dapat menjalankan fitur <i>Augmented Reality</i> dengan baik dan dinilai mudah untuk digunakan berdasarkan uji coba kegunaan. (lanjutan)
Muhammad Sulthon Abdillah, dkk, 2024 Penerapan Metode <i>Design Thinking</i> pada UI/UX Website SaveBite untuk Penjualan Sisa Makanan dalam Mengurangi <i>Food waste</i>	- Penggunaan metodologi <i>Design Thinking</i> , dengan fokus pada pemahaman dan pemenuhan kebutuhan dan keinginan pengguna - Tahapan-tahapan spesifik dari proses <i>Design Thinking</i> : <i>Empathize</i> , <i>Define</i> , <i>Ideate</i> , <i>Prototype</i> , dan <i>Test</i> - Memprioritaskan ide-ide yang dihasilkan selama tahap <i>Ideate</i> untuk memilih solusi yang paling menjanjikan - Menguji situs web dengan 3 pengguna, yang memberikan nilai rata-rata 6,33 dari 7	1) Situs web ini diharapkan dapat menghubungkan bisnis makanan dengan konsumen untuk mengurangi pemborosan makanan di Indonesia, dan memberikan diskon makanan kepada konsumen yang seharusnya terbuang sia-sia. 2) Pengujian situs web oleh pengguna menghasilkan nilai rata-rata pengguna sebesar 6,33 dari 7.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengalaman Pengguna (*User Experience* / UX)

User Experience (UX) atau pengalaman pengguna merujuk pada keseluruhan persepsi, emosi, dan munculnya tanggapan seseorang dari penggunaan / antisipasi penggunaan terhadap suatu produk, sistem, atau layanan. Menurut standar ISO 9241-210, UX mencakup semua aspek interaksi pengguna dengan perusahaan, layanan, dan produknya, tidak hanya terbatas pada aspek fungsional tetapi juga emosional dan afektif (Law & Heintz, 2021). UX yang baik melibatkan pemenuhan kebutuhan pengguna secara tepat tanpa kerumitan atau gangguan, dengan fokus pada kemudahan penggunaan (*usability*), kegunaan (*utility*), keterjangkauan (*accessibility*), dan kesenangan (*desirability*) dalam berinteraksi. Oleh karena itu, desain UX yang efektif bertujuan untuk menciptakan interaksi yang intuitif, efisien, dan memuaskan, yang pada akhirnya dapat meningkatkan loyalitas, kepuasan, dan adopsi pengguna terhadap suatu produk atau layanan (Rachman & Sutopo, 2023).

Dalam konteks teknologi yang lebih spesifik seperti *Mobile Augmented Reality* (AR), pengalaman pengguna menjadi faktor krusial yang menentukan keberhasilan adopsi dan efektivitasnya. *Mobile AR* adalah teknologi yang mengintegrasikan informasi digital atau objek virtual ke dalam lingkungan dunia nyata pengguna secara real-time melalui perangkat seluler seperti ponsel pintar atau tablet. UX dalam *Mobile AR* tidak hanya mewarisi prinsip-prinsip UX tradisional, tetapi juga menghadapi tantangan dan pertimbangan unik yang timbul dari sifat imersif dan interaktifnya. Ini mencakup bagaimana pengguna berinteraksi dengan objek virtual yang ditampilkan, kemudahan dalam memahami antarmuka AR, serta kenyamanan fisik dan kognitif selama penggunaan, termasuk bagaimana informasi disajikan agar tidak mengganggu pandangan pengguna terhadap dunia nyata (Okonkwo, 2024).

Faktor-faktor seperti akurasi pelacakan (*tracking*) dan registrasi objek virtual, kualitas visualisasi, latensi sistem, bidang pandang (*field of view*) perangkat, serta metode interaksi (misalnya, sentuhan, gestur, suara) sangat memengaruhi persepsi dan kepuasan pengguna terhadap aplikasi *Mobile AR*. UX yang buruk dalam *Mobile AR*, misalnya karena objek virtual yang tidak stabil, antarmuka yang

membingungkan, atau tuntutan kognitif yang berlebihan, dapat dengan cepat menyebabkan frustrasi, disorientasi, dan pengabaian aplikasi. Sebaliknya, desain UX yang cermat pada aplikasi *Mobile AR* dapat meningkatkan keterlibatan (*engagement*), mempermudah pemahaman informasi kompleks, memberikan pengalaman yang menyenangkan dan bermanfaat, serta pada akhirnya mendorong adopsi dan pemanfaatan teknologi AR secara lebih luas dalam berbagai bidang seperti pendidikan, hiburan, pemasaran, atau industri (McLean & Wilson, 2019).

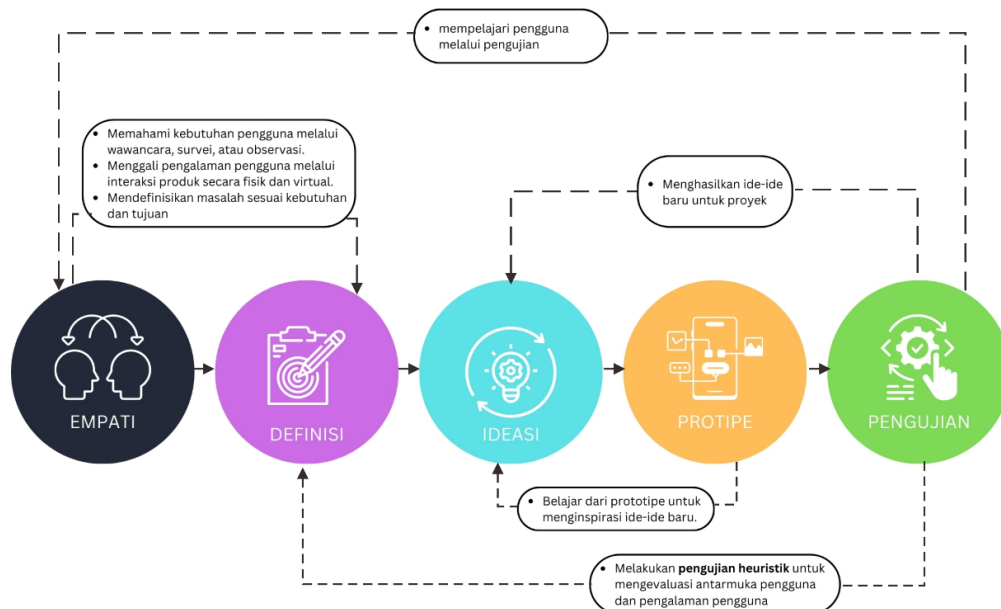
2.2.2 Pendekatan *Design Thinking*

Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

- a. Pendekatan *Design Thinking*, metodologi pemikiran desain yang merupakan strategi berbasis solusi untuk mengatasi masalah pengguna. Sangat efektif untuk memecahkan masalah yang tidak terdefinisi dengan baik dan memfasilitasi pengembangan aplikasi yang cepat.
- b. Iterasi, penelitian berlangsung melalui fase berulang, termasuk berempati, mendefinisikan, membuat ide, membuat prototipe, dan mengevaluasi. Untuk mengatasi tantangan yang berpusat pada pengguna dan menghasilkan solusi inovatif yang berakar pada konteks produk UMKM.
- c. Fase Empati, para peneliti mendapatkan pemahaman empatik tentang masalah dan tantangan pengguna, mengesampingkan asumsi dan mendapatkan wawasan nyata tentang kebutuhan pengguna.
- d. Fase Definisi, informasi yang dikumpulkan selama fase empati dianalisis dan disintesis untuk mendefinisikan masalah inti dan merumuskan pernyataan masalah. Persona pengguna dan peta empati digunakan untuk memvisualisasikan dan menginternalisasi masalah dan kebutuhan pengguna.
- e. Fase Ideasi, melibatkan *brainstorming* dan pemikiran *out-of-the-box* untuk mengidentifikasi solusi inovatif untuk masalah yang ditentukan. Pemahaman yang diperoleh dari fase sebelumnya memicu proses kreatif ini.
- f. Fase Prototipe, solusi yang diusulkan pada fase ide dibuat menjadi prototipe keakuratan visual dan fungsional yang tinggi. Prototipe digunakan untuk pengujian dan validasi desain secara mendalam.

g. Pengujian atau evaluasi, evaluasi heuristik dilakukan untuk menilai hasil prototipe yang dikembangkan, lalu mengidentifikasi potensi masalah kegunaan. Dalam hal ini para pengguna ataupun ahli yang ditunjuk, melakukan evaluasi prototipe berdasarkan sepuluh kriteria heuristik yang menjadi panduan.

Metodologi komprehensif ini memastikan bahwa aplikasi *Mobile AR* selaras dengan kebutuhan pengguna, memberikan pengalaman lebih interaktif dan mendalam (Aziz, dkk, 2024). Adapun model proses pendekatan *design thinking* bisa dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pendekatan *design thinking* (Hiererra, dkk, 2022)

Gambar 2.1 pendekatan *design thinking* merupakan sebuah metodologi yang berfokus pada pemahaman mendalam terhadap pengguna dalam rangka menciptakan solusi inovatif. Model alur proses *design thinking* sebagaimana tergambar di atas dapat diuraikan menjadi lima tahap utama, yaitu:

1. Empati, tahap awal dalam *design thinking* adalah empati. Pada tahap ini, peneliti berusaha memahami secara mendalam kebutuhan, keinginan, dan perilaku pengguna melalui berbagai metode seperti wawancara, survei, atau observasi. Tujuan dari tahap ini salah satunya menghasilkan *user persona*.

2. Definisi, setelah mengumpulkan data pada tahap empati, langkah selanjutnya adalah mendefinisikan masalah. Tahap ini melibatkan analisis mendalam terhadap data yang telah dikumpulkan untuk mengidentifikasi permasalahan yang paling krusial dan relevan dengan kebutuhan pengguna. Hasil dari tahap definisi adalah sebuah pernyataan *How Might We* (HMW) *question*.

3. Ideasi, tahap ideasi merupakan tahap yang sangat kreatif. Bisa menghasilkan ide-ide inovatif sebagai solusi potensial untuk permasalahan yang telah didefinisikan. Tidak ada batasan dalam menghasilkan ide, bahkan ide-ide yang tampak tidak realistis sekalipun dapat menjadi inspirasi untuk ide-ide yang lebih baik.

4. Prototipe, tahap berikutnya membuat prototipe sebagai representasi fisik atau digital dari suatu produk atau layanan yang akan dikembangkan. Tujuan dari pembuatan prototipe adalah untuk memvisualisasikan ide-ide yang telah dihasilkan dan untuk menguji kelayakan ide tersebut.

5. Pengujian, proses terakhir dalam *design thinking* adalah pengujian. Prototipe yang diuji kepada pengguna diharapkan mendapatkan umpan balik, untuk selanjutnya bisa melakukan perbaikan-perbaikan pada prototipe jika belum sesuai, sampai dapat dipastikan bahwa solusi yang dihasilkan benar-benar memenuhi kebutuhan pengguna.

6. Iterasi (umpan balik/perbaikan berkelanjutan), peneliti dapat melakukan iterasi pada setiap tahap, mulai dari tahap empati hingga tahap pengujian. Iterasi dilakukan untuk menyempurnakan hasil pada setiap tahap dan untuk memastikan bahwa solusi yang dihasilkan adalah solusi yang terbaik. Arah panah yang kembali ke tahap sebelumnya dalam diagram menunjukkan sifat *iteratif* dari proses *design thinking*. Artinya, setiap tahap tidak selalu berjalan linear, tetapi memungkinkan pengembang untuk kembali ke fase sebelumnya berdasarkan hasil evaluasi atau umpan balik. Jika pada tahap pengujian ditemukan masalah desain *Mobile AR* yang tidak sesuai dengan kebutuhan pengguna (misalnya, visualisasi sepatu kurang realistis), peneliti dapat kembali ke tahap ideasi untuk mencari solusi baru atau ke tahap definisi untuk memperjelas ulang masalah inti. Iterasi ini memastikan produk terus disempurnakan hingga benar-benar efektif dan sesuai ekspektasi pengguna.

Tahap ini penting, karena memungkinkan adaptasi terhadap perubahan kebutuhan pengguna atau tantangan teknis yang tidak terduga. Memastikan solusi yang dihasilkan tidak kaku, tetapi evolutif melalui pembelajaran berulang (*feedback-driven improvement*). Dalam konteks *Mobile AR* sepatu, iterasi membantu meningkatkan akurasi fitur virtualisasi, interaktivitas, atau kecepatan *rendering* berdasarkan masukan pengguna nyata. Dengan demikian, arah panah tersebut merepresentasikan esensi *design thinking*: fleksibilitas, kolaborasi, dan fokus pada penyempurnaan berkelanjutan.

Model alur proses *design thinking* yang terdiri dari lima tahap, yaitu empati, definisi, ideasi, prototipe, dan pengujian, merupakan sebuah pendekatan yang sistematis dan efektif untuk menciptakan solusi inovatif yang berpusat pada pengguna.

2.2.3 *Mobile Augmented Reality (Mobile AR)*

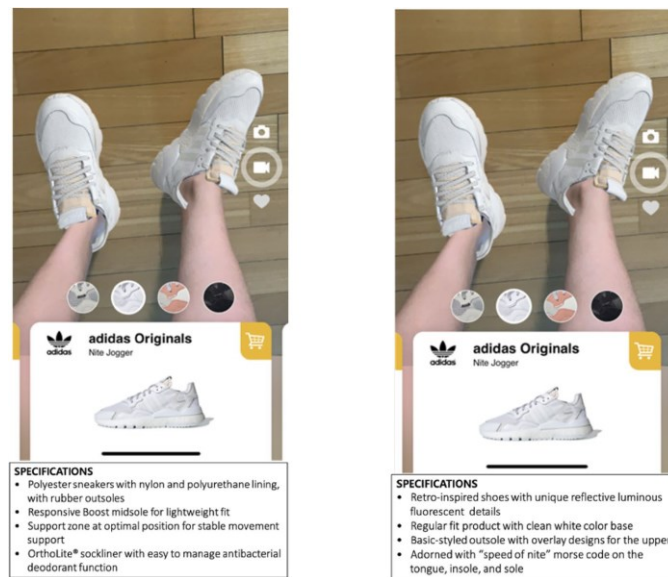
Augmented Reality (AR) semakin banyak diterapkan dalam pengembangan sistem informasi diberbagai bidang. Teknologi AR digunakan untuk meningkatkan keselamatan di jalan raya dengan menyediakan informasi waktu nyata tentang kondisi jalan (Whakidah N., dkk, 2020), melestarikan situs warisan budaya melalui restorasi virtual (Schauer, dkk, 2023), dan memfasilitasi bursa kerja virtual (Khairunisa, dkk, 2022). Sistem berbasis AR juga sedang dikembangkan untuk visualisasi model 3D (Pavlova, dkk, 2023), tampilan informasi produk konsumen (Ismail, dkk, 2020), dan permainan edukatif (Costa, dkk, 2021). Di sektor industri, teknologi AR diintegrasikan ke dalam sistem informasi perusahaan untuk meningkatkan proses produksi dan mengurangi biaya (Nedyak, dkk, 2020). Selain itu, AR juga digunakan dalam sistem manajemen lahan untuk memberikan informasi yang lebih mudah diakses dan interaktif kepada publik (Ferdiansyah, dkk, 2022). Aplikasi-aplikasi ini menunjukkan keserbagunaan dan potensi AR dalam meningkatkan sistem informasi di berbagai bidang.

Untuk implementasi *Mobile AR* berbasis penanda pada sebuah produk merujuk pada penerapan teknologi *Augmented Reality (AR)* pada perangkat *Mobile* seperti *smartphone* atau *tablet* yang menggunakan penanda (*marker*) sebagai acuan untuk

memunculkan atau mengaktifkan elemen digital di atas dunia nyata. Adapun penjelasan dari masing-masing komponen utama terkait penelitian :

1. *Mobile Augmented Reality (Mobile AR)*, teknologi AR yang dijalankan di perangkat *mobile*. AR memungkinkan integrasi objek digital (seperti gambar, video, atau model 3D) ke dalam dunia nyata melalui layar perangkat.
2. Pendekatan berbasis penanda (*marker-based*), fokus menggunakan *marker* (penanda), biasanya berupa gambar atau pola tertentu (seperti QR code, simbol, atau pola khusus) yang dikenali oleh kamera perangkat. Ketika kamera mendeteksi penanda ini, elemen digital yang telah diprogram akan muncul pada layar sesuai dengan posisi dan orientasi penanda (Labrie & Cheng, 2020).
3. Implementasi ini diarahkan untuk memberikan pengalaman tambahan (*enhanced experience*) pada sebuah produk, misalnya:
 - a. Kemasan produk, dimana AR menampilkan informasi tambahan seperti cara penggunaan, video promosi, atau animasi 3D produk.
 - b. *Display* produk, hal ini menunjukkan simulasi produk, bagaimana produk bekerja, atau fitur-fitur tersembunyi.
 - c. Panduan interaktif, yang tentunya memberikan pengalaman belajar atau tutorial menggunakan produk.

Sebagai contoh bisa terlihat dari Gambar 2.2 hal tersebut menunjukkan bahwa adanya tampilan objek virtual yang bisa dimasukkan ke dalam dunia nyata, membuat pengalaman baru bagi calon pelanggan maupun pelanggan akan sebuah produk, mereka dapat merasakan informasi maupun objek aslinya sebelum melakukan transaksi pembelian terhadap sebuah barang/produk (Kim & Choo, 2021).



Gambar 2.2 Tampilan objek *virtual* dalam dunia nyata
(Kim & Choo, 2021)

Teknologi ini memberikan cara baru bagi pelanggan untuk berinteraksi dengan produk, meningkatkan pengalaman pengguna, dan memperkuat strategi pemasaran atau branding (Lin & Huang, 2024).

Dalam fitur *augmented reality* ada kerangka kerja yang diusulkan sebagai pengalaman pengguna, terdapat 3 (tiga) komponen utama (Chylinski, dkk, 2020a), antara lain :

1. Fitur dan atribut AR, bagian ini merinci berbagai bentuk teknologi AR, termasuk berbagai jenis seperti *magic mirror*, proyeksi menggunakan penanda atau tidak, cetakan aktif, dan lapisan geografis. Setiap jenis memiliki tujuan yang berbeda, mulai dari pengalaman seutuhnya hingga dukungan dalam periklanan dan penjualan.
2. Pengalaman pengguna, kerangka kerja ini menekankan interaksi pengguna dengan sistem AR, menyoroti mediator kognitif, afektif, dan sosial yang memengaruhi cara pengguna terlibat dengan teknologi AR. Mediator ini memainkan peran penting dalam membentuk persepsi dan pengalaman pengguna.
3. Hasil pengalaman AR, termasuk hasil interaksi pengguna dengan AR, yang dapat memengaruhi perilaku konsumen dan pengambilan keputusan.

Dua metode yang umum digunakan dalam *augmented reality* adalah pelacakan berbasis penanda (*marker-based*) dan pelacakan tanpa penanda (*markerless*) (Dewi, dkk, 2021). Dalam penelitian ini menggunakan metode pelacakan berbasis penanda (*marker-based*). Metode ini menggabungkan visi komputer dan teknologi pemrosesan gambar untuk mengekstrak informasi secara langsung dari sebuah gambar. Penanda gambar 2D, baik yang dirancang secara khusus maupun tidak, sangat penting untuk merender objek 3D setelah proses pelacakan dan tata letak (Yavas, dkk, 2021).

Adapun tingkatan *Augmented Reality* (AR) bisa dilihat dari mengklasifikasikan AR berdasarkan beberapa aspek, yaitu komponen teknologi, komponen virtual, dan fungsinya (Mena, dkk, 2023), antara lain :

1. Berdasarkan Komponen Teknologi

- a Level 1 berupa pola hitam putih (*QR code*) yaitu tingkat paling dasar, AR hanya mengenali pola sederhana seperti *QR code*.
- b Level 2 berupa gambar, AR dapat mengenali gambar-gambar tertentu.
- c Level 3 berupa animasi, AR dapat menampilkan animasi sederhana.
- d Level 4 berupa koordinat GPS, AR dapat menggunakan data lokasi GPS untuk menampilkan informasi yang relevan.
- e Level 5 berupa jejak panas (*heat maps*), tingkat paling kompleks, AR dapat mengenali jejak panas atau suhu.

2. Berdasarkan Komponen Virtual

- a Image, AR menambahkan gambar *virtual* ke dunia nyata.
- b 3D, AR dapat menampilkan objek 3D *virtual*.
- c Video, AR dapat memutar video di dunia nyata.
- d Audio, AR dapat menghasilkan suara atau audio.
- e Multimedia, penggabungan media gambar, video, audio, dan lainnya.

3. Berdasarkan Fungsi

- a Fungsi persepsi yang ditingkatkan, yaitu AR mendokumentasikan realitas dan menambahkan informasi digital. AR menggabungkan realitas *virtual* dengan persepsi atau pemahaman yang ditingkatkan.

- b Fungsi lingkungan buatan, yaitu AR memungkinkan kita membayangkan realitas dimasa depan dengan menggabungkan elemen nyata dan *virtual*. AR memungkinkan kita membayangkan peristiwa di masa lalu. AR menggantikan realitas dengan *virtual*. AR memungkinkan kita membayangkan skenario yang tidak mungkin terjadi di dunia nyata.

Hal ini menunjukkan bahwa AR memiliki banyak tingkatan dan variasi, mulai dari yang sangat sederhana hingga yang sangat kompleks. Semakin tinggi tingkatannya, semakin canggih pula fitur dan kemampuan AR tersebut.

Fokus penggunaan dalam penelitian dengan fitur *augmented reality* ini adalah pada aplikasi. Aplikasi terdiri dari dua jenis, yaitu aplikasi *desktop* dan aplikasi *mobile*. Aplikasi *desktop* diinstal pada komputer, sedangkan aplikasi *mobile* dirancang untuk perangkat *mobile* seperti *tablet* dan *smartphone*. Baik aplikasi *mobile* maupun *desktop* ini juga membantu pekerjaan, memudahkan komunikasi, dan melakukan banyak hal lainnya (J. Mansur, V. C. Mawardi, 2020).

2.2.4 Vuforia dan Unity pada aplikasi Mobile AR

Dalam pembuatan, pengembangan, sampai tahap pengujian aplikasi pada implementasi *mobile augmented reality* berbasis penanda ini menggunakan beberapa perangkat lunak, seperti : Unity 3D, Vuforia *Plugin*, SDK atau *Software Development Kit*, dan asset 3D model untuk menampilkan ulasan produk dari UMKM (Marino, dkk, 2024).

Gambar 2.3 menunjukkan hubungan kedua *software* yang digunakan dalam pengembangan pembuatan objek virtual, pembuatan UI, pengujian integrasi antara kedua *software*, sehingga bisa di implementasikan pada beberapa *platform* seperti *desktop*, *tablet*, dan *smartphone*.



Gambar 2.3 Integrasi Unity dengan Vuforia
(Ivanova, dkk, 2021)

Paket perangkat lunak ini memungkinkan untuk kemampuan unik yang sebagian besar pengembang tidak akan dapat menyebarkan tanpa banyak sumber daya khusus, untuk meningkatkan standardisasi dan mudah jika akan menambahkan fitur baru untuk perkembangan aplikasi lanjutan.

2.2.5 Pengujian menggunakan Evaluasi Heuristik

Evaluasi heuristik adalah metode yang banyak digunakan untuk menilai kegunaan sistem informasi di berbagai domain, termasuk perawatan kesehatan, pendidikan, dan e-niaga (Bhutkar, 2021) (Surya, dkk, 2021) (Kumoro & Hasanah, 2020).

Pendekatan ini biasanya melibatkan evaluator ahli yang memeriksa antarmuka sistem terhadap prinsip-prinsip kegunaan yang telah ditetapkan (Kaboutarizadeh, dkk, 2023) (Komalasari & Ulfa, 2020). Penelitian telah menunjukkan bahwa evaluasi heuristik dapat secara efektif mengidentifikasi masalah kegunaan, mulai dari masalah kosmetik kecil hingga masalah besar. Evaluasi heuristik sering kali dilengkapi dengan metode penilaian kegunaan lainnya, seperti Skala Kegunaan Sistem (*System Usability Scale*), untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang pengalaman pengguna sistem (Guntoro, dkk, 2023).

Sedangkan dalam penelitian ini hanya fokus pada Teknik pengujian menggunakan Evaluasi Heuristik Nielsen. Evaluasi Heuristik (EH) adalah metode

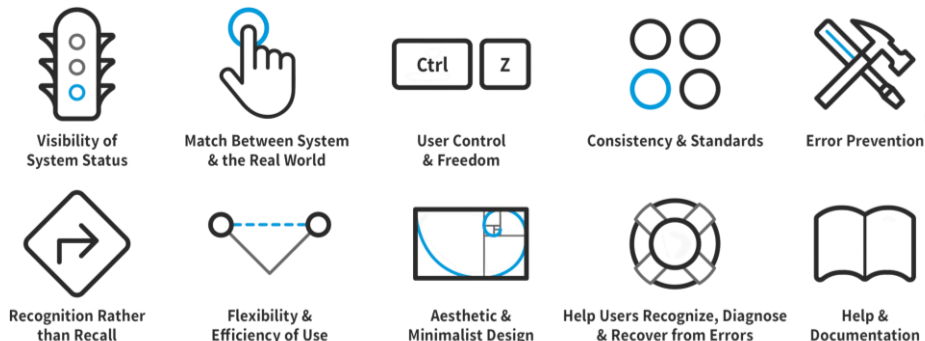
evaluasi yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah kegunaan dalam antarmuka pengguna.

Dalam konteks *design thinking* untuk aplikasi *mobile* AR berbasis *marker* pada produk UMKM. Evaluasi heuristik dapat dimanfaatkan untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan tidak hanya inovatif tetapi juga mudah digunakan oleh pengguna akhir.

Evaluasi heuristik dalam *design thinking* untuk *augmented reality* menawarkan manfaat bagi penelitian, diantaranya :

1. Identifikasi masalah kegunaan, evaluasi heuristik memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi masalah kegunaan yang mungkin tidak terlihat selama fase desain. Ini penting untuk memastikan bahwa *Mobile* AR dapat digunakan dengan mudah oleh pengguna UMKM yang mungkin tidak memiliki latar belakang teknis yang kuat (Suh, dkk, 2022).
2. Peningkatan pengalaman pengguna, dengan mengidentifikasi dan memperbaiki masalah kegunaan. Evaluasi heuristik dapat meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan. Dalam konteks AR, interaksi pengguna dengan elemen virtual diharapkan tidak ada kendala (Joy Onma Enyejo, dkk, 2024).
3. Efisiensi pengembangan, evaluasi heuristik dapat dilakukan dengan cepat, tidak memerlukan sumber daya yang besar, sehingga dapat menghemat waktu dan biaya dalam proses pengembangan aplikasi (Joy Onma Enyejo, dkk, 2024).
4. Validasi desain, evaluasi heuristik dapat digunakan untuk memvalidasi keputusan desain yang dibuat selama fase *design thinking*. Memastikan bahwa solusi yang dihasilkan tidak hanya kreatif tetapi juga praktis dan dapat diterapkan (Derby & Chaparro, 2022).

10 Usability Heuristics



Gambar 2.4 Panduan desain antarmuka Nielsen (Nielsen, 1994)

Gambar 2.4 menunjukkan bahwa untuk meningkatkan kegunaan, desain antarmuka pengguna sebaiknya mengikuti 10 panduan desain antarmuka pengguna dari Nielsen dan Molich (Liu, 2024), antara lain : 1) Visibilitas status sistem. 2) Kesesuaian antara sistem dan dunia nyata. 3) Kontrol dan kebebasan pengguna. 4) Konsistensi dan standar. 5) Pencegahan kesalahan. 6) Pengenalan daripada mengingat. 7) Fleksibilitas dan efisiensi penggunaan. 8) Desain yang estetis dan minimalis. 9) Membantu pengguna mengenali, mendiagnosis, dan memulihkan dari kesalahan. 10) Bantuan dan dokumentasi. Keterangan lebih jelas bisa dilihat pada Tabel 2.2 mengenai 10 kegunaan pengujian heuristik untuk desain antarmuka pengguna. Prinsip EH yang relevan dalam penelitian ini, dapat melibatkan pakar kegunaan yang akan mengevaluasi *Mobile AR* berdasarkan prinsip-prinsip heuristik seperti yang diusulkan oleh Nielsen (1994), meliputi:

- a. Visibilitas status sistem, aplikasi harus memberikan umpan balik yang jelas kepada pengguna tentang status sistem saat ini.
- b. Kesesuaian antara sistem dan dunia nyata, elemen AR harus dirancang sedemikian rupa sehingga sesuai dengan konteks dunia nyata pengguna.
- c. Kontrol dan kebebasan pengguna, pengguna harus dapat dengan mudah membatalkan tindakan yang tidak diinginkan.
- d. Konsistensi dan standar, aplikasi harus mengikuti konvensi desain yang sudah dikenal oleh pengguna.

Tabel 2.2 Kegunaan Evaluasi Heuristik pada Desain Antarmuka

Heuristik		Deskripsi
1. Visibilitas sistem	status	Sistem harus selalu memberikan informasi kepada pengguna tentang apa yang sedang terjadi, melalui umpan balik yang tepat dalam waktu yang wajar.
2. Kecocokan antara sistem dan dunia nyata	antara	Sistem harus dirancang untuk menjadi " <i>user-friendly</i> " atau mudah digunakan oleh pengguna. Memastikan bahwa sistem dapat berkomunikasi dengan pengguna menggunakan bahasa yang mudah dipahami dan relevan.
3. Kontrol kebebasan pengguna	dan	Cara cepat dan mudah bagi pengguna untuk keluar dari situasi yang tidak diinginkan tanpa harus melakukan langkah-langkah yang rumit atau berbelit-belit.
4. Konsistensi standar	dan	Pengguna tidak perlu bertanya-tanya apakah kata, situasi, atau tindakan yang berbeda memiliki arti yang sama.
5. Pencegahan kesalahan		Pesan kesalahan adalah notifikasi yang muncul ketika pengguna melakukan tindakan yang tidak sesuai atau terjadi masalah dalam sistem.
6. Pengakuan daripada mengingat kembali		Desain yang baik haruslah mengurangi beban kognitif pengguna. Sederhananya, pengguna tidak perlu terlalu banyak berpikir atau mengingat-ingat saat menggunakan aplikasi atau sistem.
7. Fleksibilitas dan efisiensi penggunaan	dan	Fitur atau mekanisme dalam sebuah sistem (misalnya aplikasi, perangkat lunak, atau website) yang dirancang untuk mempercepat interaksi pengguna tanpa disadari oleh pengguna pemula.
8. Desain yang estetik dan minimalis		Sebuah dialog, setiap kata atau informasi yang disampaikan harus memiliki tujuan dan relevan dengan topik yang sedang dibahas.
9. Membantu pengguna mengenali, mendiagnosis, dan memulihkan dari kesalahan		Pesan kesalahan harus dinyatakan dalam bahasa yang sederhana (tanpa kode), menunjukkan masalah dengan tepat, dan secara konstruktif menyarankan solusi.
10. Bantuan dokumentasi	dan	Pentingnya menyediakan bantuan dan dokumentasi untuk suatu sistem, idealnya sistem tersebut dapat digunakan dengan mudah tanpa perlu banyak panduan.

Dengan menggunakan evaluasi heuristik, penelitian ini dapat memastikan bahwa *Mobile AR* yang dikembangkan tidak hanya inovatif tetapi juga dapat diakses dan digunakan dengan mudah oleh pengguna UMKM, sehingga meningkatkan adopsi teknologi dan mendukung pertumbuhan bisnis mereka.

2.2.6 Pengujian menggunakan UEQ

Pengujian kuantitatif menggunakan *User Experience Questionnaire* (UEQ) adalah metode yang populer untuk mengevaluasi pengalaman pengguna (*User Experience/UX*) suatu produk atau sistem, seperti aplikasi, website, atau perangkat lunak (Permata Putra & Al Azam, 2023). UEQ dirancang untuk memberikan gambaran komprehensif tentang kesan pengguna, baik dari segi kegunaan (*usability*) maupun pengalaman secara keseluruhan. UEQ merupakan kuesioner standar yang terdiri dari 26 item pertanyaan, di mana setiap item disajikan dalam bentuk pasangan kata sifat berlawanan (misalnya, "cepat - lambat", "menarik - membosankan") (Rahman, dkk, 2023). Responden diminta untuk menilai produk pada skala 7 poin antara kedua kata sifat tersebut. Ke-26 item pertanyaan ini dikelompokkan menjadi 6 skala pengukuran utama:

1. *Attractiveness* (daya tarik), mengukur kesan keseluruhan pengguna terhadap produk, apakah menarik atau tidak.
2. *Perspicuity* (kejelasan), mengukur seberapa mudah produk dipahami dan dipelajari.
3. *Efficiency* (efisiensi), mengukur seberapa cepat dan mudah pengguna dapat menyelesaikan tugas mereka dengan produk.
4. *Dependability* (keandalan), mengukur sejauh mana pengguna merasa produk dapat diandalkan dan terkontrol.
5. *Stimulation* (stimulasi), mengukur seberapa menarik dan memotivasi produk untuk digunakan.
6. *Novelty* (kebaruan), mengukur seberapa inovatif, kreatif, dan menarik minat pengguna produk tersebut.

Selain keenam skala ini, UEQ juga mengelompokkan skala-skala tersebut ke dalam dua kategori yang lebih besar:

1. *Pragmatic Quality* (kualitas pragmatis), meliputi *Perspicuity* (kejelasan), *Efficiency* (efisiensi), dan *Dependability* (ketepatan). Berkaitan dengan aspek kegunaan dan efektivitas produk.
2. *Hedonic Quality* (kualitas hedonis), meliputi *Stimulation* (stimulasi) dan *Novelty* (kebaruan). Berkaitan dengan aspek kesenangan, motivasi, dan

inovasi yang ditawarkan produk.

Menurut (Permata Putra & Al Azam, 2023) pengujian kuantitatif dengan UEQ umumnya dilakukan melalui beberapa tahapan, antara lain :

1. Perencanaan pengujian, dengan target pengguna aplikasi *Mobile AR* sebanyak 5 (lima) orang. Dimana para pengguna sudah mengunduh dan mengaplikasikan *Mobile AR* dalam ponsel mereka, setelah itu melakukan pengisian kuesioner.
2. Pengumpulan data, menyebarkan kuesioner UEQ secara *online* menggunakan *Google Forms*. Ada keterangan yang membantu para responden memahami instruksi pengisian.
3. Analisis data (menggunakan UEQ *Analysis Tool*), dengan melakukan :
 - a. Input data-data yang terkumpul dari kuesioner (responden memberikan nilai 1-7 untuk setiap item) dimasukkan ke UEQ *Data Analysis Tool*.
 - b. Transformasi data, alat analisis secara otomatis akan mengubah skala 1-7 menjadi skala -3 hingga +3, di mana 0 adalah netral, nilai positif menunjukkan pengalaman positif, dan nilai negatif menunjukkan pengalaman negatif.
 - c. Analisis *Benchmark*, salah satu fitur unggulan UEQ *Analysis Tool* adalah kemampuannya untuk membandingkan hasil produk AR dengan *database Benchmark* yang luas dari ribuan studi UEQ lainnya. Hasil *Benchmark* akan menunjukkan apakah *Mobile AR* berada di kategori "*Excellent*", "*Good*", "*Above Average*", "*Below Average*", atau "*Bad*" dibandingkan dengan produk sejenis.
4. Interpretasi hasil, nilai rata-rata skala:

Nilai rata-rata lebih dari 0,8 menunjukkan evaluasi positif. Nilai rata-rata antara -0,8 dan 0,8 menunjukkan evaluasi netral. Nilai rata-rata kurang dari -0,8 menunjukkan evaluasi negatif.

 - a. Perbandingan *Benchmark*, interpretasi hasil *Benchmark* akan memberikan konteks yang lebih dalam tentang posisi produk Anda dibandingkan dengan rata-rata produk serupa di pasaran.
 - b. Identifikasi area perbaikan dari hasil analisis, Anda dapat

mengidentifikasi skala atau aspek mana yang mendapatkan nilai rendah atau "*Bad*" dalam *Benchmark*, yang menunjukkan area-area yang memerlukan perbaikan desain atau pengembangan lebih lanjut.

2.2.7 UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah)

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan bisnis dengan skala kecil hingga menengah, berdasarkan kriteria seperti jumlah karyawan, omset tahunan, atau asset (Veranita, dkk, 2022).

Untuk memahami jenis usaha yang sedang dijalankan, penting untuk memperhatikan kriteria-kriteria yang ada. Hal ini sangat berguna dalam proses pengurusan surat izin usaha di masa mendatang serta menentukan besaran pajak yang akan dikenakan kepada pemilik UMKM. Adapun kriteria UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah), sebagai berikut:

1. Usaha Mikro, didefinisikan sebagai bentuk kegiatan ekonomi produktif yang dimiliki oleh individu atau badan usaha, dengan memenuhi kriteria tertentu. Usaha yang termasuk dalam kategori mikro memiliki kekayaan bersih maksimal Rp 50 juta, dan penjualan tahunan dari usaha mikro ini tidak melebihi Rp 300 juta.
2. Usaha Kecil, merupakan jenis kegiatan ekonomi yang berdiri sendiri, baik dimiliki oleh individu/kelompok, bukan cabang dari perusahaan besar. Dimiliki dan dikelola secara mandiri, meskipun dapat terkait dengan usaha menengah. Memiliki kekayaan bersih mencapai Rp 50 juta, dan penjualan tahunan dari usaha kecil berkisar antara Rp 300 juta hingga Rp 2,5 milyar.
3. Usaha Menengah, diartikan sebagai kegiatan ekonomi produktif yang tidak berfungsi sebagai cabang atau anak perusahaan dari perusahaan besar, melainkan berdiri sendiri dan memiliki keterkaitan baik langsung maupun tidak langsung dengan usaha kecil dan besar. Kekayaan bersih yang dimiliki, yaitu lebih dari Rp 500 juta hingga Rp 10 milyar, tanpa memperhitungkan bangunan dan tanah usaha.

Berdasarkan kriteria tersebut di Indonesia, UMKM memainkan peran penting dalam perekonomian karena memberikan kontribusi besar terhadap Produk

Domestik Bruto (PDB) dan membuka banyak lapangan kerja. Terkait dengan perihal pendapatan UMKM dalam penggunaan *Mobile AR* untuk produk UMKM. Ada beberapa pilihan yang bisa ditawarkan kepada UMKM dalam penggunaan aplikasi *Mobile AR* (Warsito, dkk, 2023) antara lain :

1. *Virtual try-on*, produk seperti pakaian, aksesoris, atau kosmetik dapat diintegrasikan dengan AR sehingga pelanggan dapat mencoba produk secara virtual sebelum membeli.
2. Visualisasi produk 3D, produk seperti furnitur, kerajinan, atau dekorasi rumah bisa divisualisasikan dalam ruang nyata melalui AR, memungkinkan pelanggan melihat bagaimana produk tersebut akan terlihat di rumah mereka.
3. Peningkatan pengalaman belanja, UMKM dapat membuat toko *online* berbasis AR, pelanggan bisa menjelajahi produk dalam lingkungan virtual yang interaktif.
4. Pemasaran kreatif AR dapat digunakan untuk kampanye pemasaran yang menarik, seperti *game* interaktif atau filter media sosial, untuk menarik perhatian pelanggan.
5. Pelabelan produk AR, produk fisik dapat memiliki kode QR yang mengarah ke pengalaman AR, seperti demonstrasi penggunaan, resep, atau saran kombinasi produk.

Dengan demikian *Mobile AR* membantu efisiensi biaya promosi dengan mengurangi kebutuhan sampling fisik atau demo produk secara langsung (Parman, dkk, 2023). Teknologi ini mampu meningkatkan penjualan melalui pengalaman interaktif yang menarik serta memperkuat *brand awareness* dengan menampilkan UMKM sebagai bisnis modern dan inovatif. Dengan demikian, implementasi *Mobile AR* memungkinkan UMKM memperluas pasar, meningkatkan keterlibatan pelanggan, dan menciptakan pengalaman yang berkesan.