

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aplikasi Inklusif

Aplikasi yang inklusif adalah aplikasi yang dirancang agar dapat diakses dan dipahami oleh beragam pengguna, tanpa terkecuali. Dalam konteks ini, pendekatan desain inklusif memastikan bahwa informasi dan fitur yang disajikan melalui aplikasi dapat digunakan oleh berbagai kelompok pengguna, termasuk mereka dengan kebutuhan khusus. Aplikasi *mobile* yang inklusif memiliki karakteristik utama berupa aksesibilitas, personalisasi, fleksibilitas interaksi, dan keberlanjutan adaptabilitas. Aspek-aspek tersebut menjamin adanya kesetaraan, keterjangkauan, dan kemudahan akses terhadap informasi maupun layanan digital. Oleh karena itu, perancangan aplikasi *mobile* yang dapat digunakan oleh sebanyak-banyaknya pengguna perlu mempertimbangkan aspek pengalaman pengguna (UX) dan elemen antarmuka (UI) yang konsisten mengikuti standarisasi *design system*.

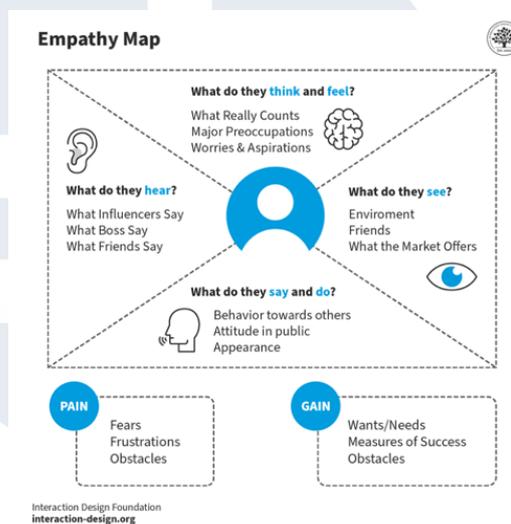
2.1.1 User Experience (UX)

Pengalaman Pengguna atau *User Experience* (UX) merujuk pada pengalaman interaksi pengguna terhadap suatu sistem. Pengalaman Pengguna adalah elemen krusial untuk memastikan konten pada media rancangan dapat diakses, dimengerti, dan digunakan oleh pengguna dengan latar belakang berbeda tanpa merasa dikucilkan. Dalam upaya menunjang pengalaman pengguna yang setara penulis perlu memahi *empathy map*, *user persona*, *user journey*, *UX writing*, *WCAG*, *information architecture*, dan *prototyping*.

2.1.1.1 Empathy Map

Empathy map adalah alat untuk mengartikulasikan perspektif pengguna dari segi pikiran, perasaan, aksi, dan lingkungan dalam bentuk visual. Peta empati menyorot area relevan yang perlu difokuskan pada proses perancangan. Keberadaan *empathy map* memastikan hasil desain berorientasi pada pengguna,

memiliki pemahaman lebih dalam, memudahkan komunikasi *insight* pengguna, dan menyorot peluang dan potensi area yang perlu dikembangkan. Bagi Battarbee (2014) dalam tulisan Riksen (2022), empati dalam proses desain adalah tahapan melepaskan asumsi dan pandangan awal untuk membenamkan diri dalam kehidupan target pengguna agar dapat mengubah pemahaman dari mengetahui, menjadi memahami (h.8).



Gambar 2.1 Komponen *Empathy Map*
 Sumber: <https://www.interaction-design.org/literature...>

Umumnya peta empati terdiri dari empat objektif yang merujuk pada poin penting yang ditemukan pada proses observasi dan riset, yakni apa yang pengguna katakan, lakukan, pikirkan, dan rasakan (Dam & Teo, 2025a). Pemetaan *insight* didasari oleh hasil analisa sikap, respon, dan gerak-gerik pengguna. *Insight* atau wawasan dapat ditemukan dengan mencari kontradiksi, pola, atau sesuatu yang janggal, hingga akhirnya dapat menemukan solusi pada masalah desain. *Empathy map* dapat berperan sebagai latar belakang konstruksi *user persona* yang realistis dan selaras dengan kebutuhan pengguna.

2.1.1.2 User Persona

User persona adalah representasi fiksi target *user* yang diciptakan untuk memahami dan berempati dengan calon pengguna suatu produk atau layanan. Bentuk representasi dari *user persona* bersifat realistis dan mencakup kelompok *end users* vital dari sisi karakteristik dan sikap. Persona dirancang dengan mengenali kebutuhan dan ekspektasi calon *end user* yang bervariasi berdasarkan data dari berbagai individu, dengan tujuan menciptakan pengalaman pengguna yang baik (Dam & Teo, 2025c). *User persona* memiliki objektif untuk mengevaluasi alur pengguna mencapai tujuan akhir.

Pada tahap penelitian awal desainer menggunakan persona untuk memahami potensi interaksi pengguna dengan produk akhir. Selanjutnya, pada tahap *software development* persona pengguna dirancang berdasarkan relevansi kebutuhan komponen dan fitur, sehingga pada proses *development*, hasil *personas* imajiner menjadi ruang untuk pengembangan fitur potensial (Salminen et al., 2022). Persona pengguna berperan sebagai konsolidasi konsep pada tahap awal desain dengan mengikuti preferensi dan kebutuhan *user* (h.6).

2.1.1.3 User Journey

User journey atau yang disebut juga sebagai Perjalanan Pengguna adalah pemetaan langkah yang dialui pengguna untuk menyelesaikan suatu *task* pada produk, jasa, atau sistem. Pembuatan peta titik perjalanan pengguna perlu dirancang melalui lensa target audiens agar dapat memahami hambatan fisik, sosial, dan sikap, yang merupakan hambatan terbesar dalam perancangan desain yang inklusif (Patrick & Hollenbeck, 2021, h.6). *User Journey* perlu mempertimbangkan setiap tahap interaksi, dimulai dari tahap *awareness, consideration, acquisition, usage, support*, hingga tahap *retention*. Perjalanan pengguna yang inklusif memastikan setiap

tahapan tersebut dapat dilalui dan diakses oleh target dengan keterbatasan fisik, kognitif, atau sensorik, seperti menyediakan jalur alternatif, bantuan visual, juga mempertimbangkan kebutuhan emosional.

Pain point pada peta perjalanan pengguna dapat diperoleh dari validasi data melalui pendekatan kualitatif maupun kuantitatif untuk mengidentifikasi hambatan yang tidak terlihat. Pemetaan kebutuhan pengguna dalam bentuk *user journey* diperlukan bukan hanya untuk menjawab kebutuhan pengguna, tapi sebagai cara memperluas pengalaman digital yang aksesibel oleh berbagai kondisi gangguan fungsional. Pendekatan tersebut mendorong kebutuhan perancangan yang terdiri dari berbagai alur alternatif, agar dapat menciptakan pengalaman setara yang responsif mengikuti kebutuhan pengguna.

2.1.1.4 UX Writing

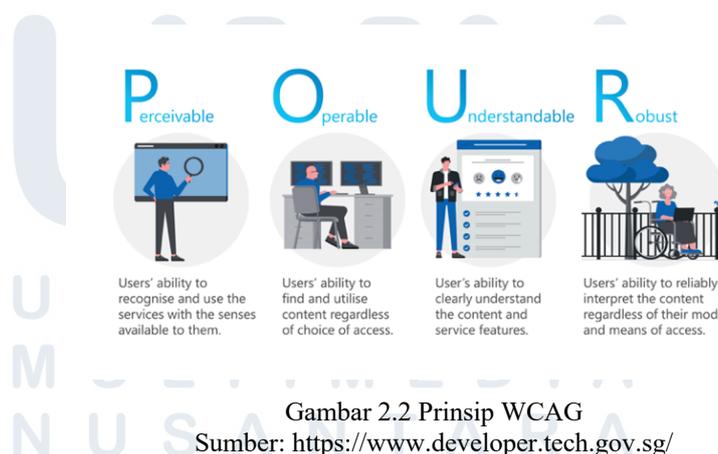
UX Writing adalah penulisan konten pada produk digital untuk memandu pengalaman pengguna berinteraksi dan menyelesaikan tugas. Penulisan UX yang baik dimulai dari memahami subjek yang akan mengonsumsi konten agar dapat memahami kata yang perlu dihindari, format presentasi, dan bagaimana bentuk struktur informasi yang tepat agar target dapat menemukan kebutuhannya dengan cepat (Kaley, 2024). Penulisan UX mendukung keselarasan strategi perancangan konten agar mudah dimengerti dan digunakan. *UX copy* tersebar pada keseluruhan tampilan antarmuka, dari tombol, notifikasi, hingga pesan galat.

Tujuan dari *UX Writing* adalah mengintegrasikan pengalaman pengguna dengan produk atau layanan yang dimediasi oleh berbagai bentuk konten. Perancangan Penulisan UX dengan pendekatan integratif memastikan adanya hubungan keterikatan antar aktivitas yang dilalui melalui berbagai jalur dengan tujuan

yang sama (Tham et al., 2023). Integrasi Penulisan UX merujuk pada pengaplikasian keseluruhan bahasa desain yang selaras dan secara *seamless* terhubung dengan tampilan antarmuka media digital. Penyusunan strategi, penulisan, perancangan, dan pengembangan konten pada *UX Writing* menggabungkan kebutuhan teknis desain dan psikologis pengguna yang diterjemahkan dalam bentuk interaksi.

2.1.1.5 WCAG

Web Content Accessibility Guidelines adalah standarisasi aksesibilitas web bertaraf internasional yang memastikan konten dapat menjawab kebutuhan individu, organisasi, dan instansi. Pedoman WCAG memiliki prinsip POUR yaitu *Perceivable*, *Operable*, *Understandable*, dan *Robust* untuk menciptakan pengalaman digital yang menyenangkan dan ramah. Bagi Mason (2020) dalam (Patrick & Hollenbeck, 2021, h.8) digitalisasi telah memutus bentuk interaksi rutinitas sehari-hari, hambatan tersebut disebut sebagai “*digital dungeon*.”



WCAG memberikan pedoman yang sangat lengkap untuk memastikan desain yang aksesibel pada media digital. *Headings and links; layout and typography; image, video, and audio accessibility; PDF and document accessibility; color contrast & accessible colors; writing for accessibility; testing for accessibility;* dan

checklist aksesibilitas dibahas pada WCAG untuk memastikan pengalaman setara yang dapat dinikmati oleh semua orang.

Elemen desain yang buruk menghambat pengalaman digital pengguna dengan batasan kognitif dan fisik untuk dapat mengakses informasi dan menavigasi media digital, yang akhirnya memutus bentuk interaksi rutinitas sehari-hari. Pedoman WCAG meminimalisir adanya hambatan keterbatasan pengalaman digital, dengan mengikuti standarisasi struktur informasi, pengguna dapat memprediksi lokasi informasi yang mereka perlukan, *layout* yang telah mengikuti acuan juga menjamin keterbacaan konten dengan *screen reader* (Hamideh Kerdar et al., 2024, h.5).

2.1.1.6 Information Architecture

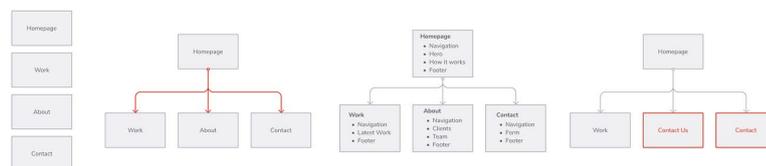
Information architecture yang disingkat sebagai IA adalah struktur dan klasifikasi informasi pada media digital dengan tujuan menciptakan alur navigasi yang jelas, ringkas, dan intuitif. Organisasi konten juga memastikan adanya konsistensi pada keseluruhan desain produk karena dua komponen utama pada IA yaitu struktur yang mengklasifikasikan konten menjadi kategori, hierarki, dan hubungan, serta *labelling* untuk mempresentasikan kategori, hierarki, dan hubungan tersebut (Hannah, 2023). Menurut Dan Brown (2010) dalam artikel (Hannah, 2023) terdapat delapan prinsip utama IA, yaitu: *the principle of objects, choices, disclosure, exemplars, front doors, multiple classification, navigation, dan growth.*

Prinsip *objects* merujuk pada karakteristik elemen dan bagaimana elemen saling melengkapi, *choices* membatasi opsi yang tersedia untuk mengatasi rasa bingung, dan *disclosure* adalah mempresentasikan informasi secukupnya secara kronologis agar pengguna tidak merasa *overwhelmed*. *The principle of exemplars* mengacu pada bahasa visual yang mudah dimengerti untuk mengilustrasikan bagaimana tiap elemen bekerja. Prinsip *front*

doors memastikan pengguna dapat menavigasi dan menemukan informasi yang dibutuhkan terlepas dari cara dan halaman yang *user* gunakan untuk “masuk” ke dalam media digital. Kemudahan navigasi dapat dicapai dengan menyediakan sistem klasifikasi sesuai kebutuhan variatif dengan menyediakan *search bar* atau *menu bar*, seperti pada *the principle of multiple classification*, sementara prinsip navigasi memastikan kemudahan akses antar halaman dan bagian dengan jelas, konsisten, dan intuitif tanpa membatasi. Terakhir, prinsip *growth* merujuk pada konten yang fleksibel untuk mengakomodasi sifat desain yang terus berkembang.

1. Sitemap

Sitemap adalah satu potongan dari IA, *blueprint* peta berbagai halaman sebagai representasi visual struktur dan keterhubungan elemen pada produk digital. Tujuan dari *sitemap* adalah untuk menggambarkan *overview* hierarki hubungan setiap halaman yang saling terkoneksi agar dapat memudahkan proses desain *layout* konten. Pemetaan memudahkan identifikasi area yang menjadi prioritas desain, area bermasalah atau yang masih perlu dikembangkan. Menurut Guthrie (2022) terdapat enam tahap menciptakan *sitemap*, yang dimulai dengan mengorganisasi konten, memikirkan bagaimana situs digunakan, menentukan halaman primer, menambahkan halaman sekunder, membuat koneksi antar halaman, dan membagikan *sitemap* kepada tim perancangan.



Gambar 2.3 Bentuk Diagram *Sitemap*

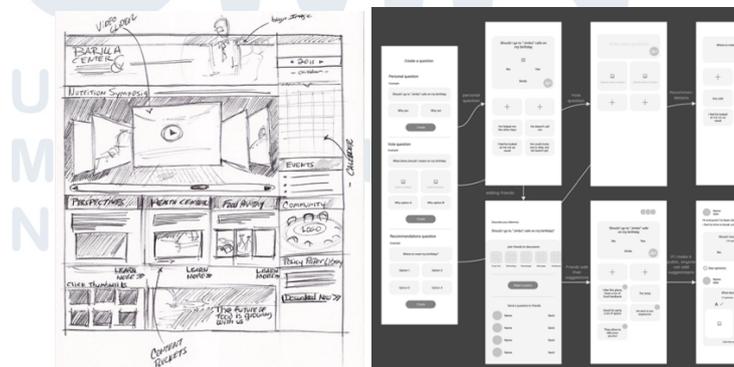
Sumber: <https://aripxl.medium.com/how-to-create-a-ux...>

UX sitemap, digambarkan dengan garis yang bersih, *font* terbaca, dan *layout* yang jelas, memastikan adanya *visual clarity*

sehingga peta dapat dimengerti dengan mudah. Struktur dari *sitemap* perlu mencerminkan proses berpikir pengguna dengan kategorisasi konten secara logis, sehingga pengalaman pengguna terasa intuitif, alami, dan koheren (Soegaard, 2024). Prioritas pembuatan *sitemap* adalah untuk memastikan produk digital bersifat *user-friendly*, dengan menetapkan hierarki konten yang memudahkan akses ke halaman-halaman penting. Rancangan *sitemap* yang *user-centric* perlu berkiblat pada *user journey* untuk mengetahui elemen apa saja yang membentuk pengalaman pengguna.

2. Wireframe

Wireframe adalah ilustrasi sederhana dari situs atau aplikasi untuk menggambarkan fungsi dan struktur konten. IA dalam bentuk *low-fidelity wireframing* fokus pada bentuk interaksi dan mengabaikan tampilan visual, memudahkan proses penyempurnaan fungsi inti dari suatu media digital. *Wireframe* dapat digunakan secara efektif ketika konten, *layout*, dan struktur IA sudah cukup matang, agar dapat menciptakan *user flow* yang optimal (Dam & Teo, 2025b). Untuk *Information Architecture*, *wireframe* digunakan bukan untuk merancang klasifikasi konten, melainkan untuk menjabarkan fungsi dan menyempurnakan konten pada IA.

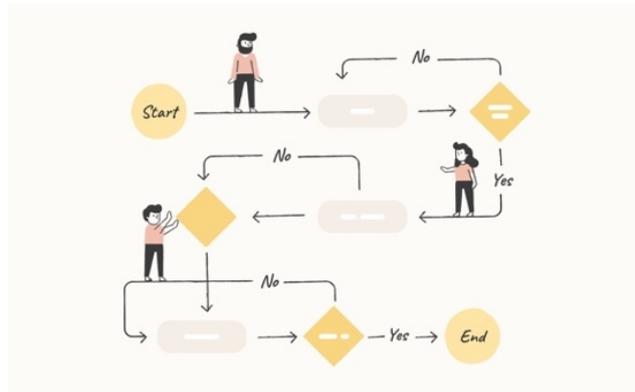


Gambar 2.4 *Wireframe* Sketsa dan Digital
Sumber: <https://www.flux-academy.com/blog...>

Wireframe memiliki tampilan desain minimal dalam bentuk kerangka *outline* dua dimensi. *Wireframe* tidak memiliki banyak detail, sehingga mudah diciptakan saat menguji konsep dan dikesampingkan saat konsep tidak bekerja. Desain dengan fidelitas rendah memudahkan pengalihan fokus pada sisi fungsional media bukan preferensi visual. Untuk perancangan tampilan antarmuka, tahap *wireframe* digunakan untuk mengkalkulasi ruang yang perlu dialokasikan kepada berbagai elemen pada layar. *Wireframe* dirancang tanpa menggunakan warna, jika diperlukan warna yang digunakan dibatasi dengan berbagai rona warna abu, satu jenis *font*, variasi *font weight* dapat digunakan untuk menjelaskan hierarki, dan sebaiknya *wireframe* sudah tidak menggunakan *placeholder copy* karena membatasi pengertian fungsi fitur (Dam & Teo, 2025b).

3. *User Flow*

User flow adalah diagram jalur yang dilalui *user* untuk menyelesaikan tugas pada satu produk digital. Istilah *user flow* juga seringkali disebut sebagai *UX flows* atau *user workflows*, yang juga menjabarkan titik awal hingga titik akhir yang dilalui pengguna. Penjabaran alur dimulai dari saat pertama kali *user* mengakses situs aplikasi hingga saat menuntaskan suatu *goals* atau *task* spesifik (Vinney, 2024). Pada tahap ideasi, *user journey* yang terdiri dari berbagai *touchpoints* dalam perjalanan UX yang lebih lebar digunakan secara beriringan dengan *user flow* (Dam & Teo, 2025a; Vinney, 2024) untuk menghasilkan alur bersifat *user-centric*. *User journey* menggambarkan pikiran, emosi, dan aksi pengguna, sementara *user flow* menggambarkan interaksi berbasis produk dengan satu tujuan.



Gambar 2.5 Diagram *User Flow*
 Sumber: <https://www.animaapp.com/blog/industry...>

Diagram *user flow* memiliki objektif untuk menyelesaikan tugas granular dalam produk yang terdiri dari *entry points* dan *exit points*. Tujuan dari *user flow* adalah untuk mengevaluasi *usability* media. Bagi Vinney (2024) proses perancangan *user workflow* dimulai dari tahap menentukan cakupan dan tujuan tugas dengan membuat *user persona*, alur diciptakan dari titik awal hingga akhir yang berorientasi pada persona representasi pengguna, selanjutnya alur divalidasi dengan menguji hasil akhir produk dengan *end-user* sesungguhnya.

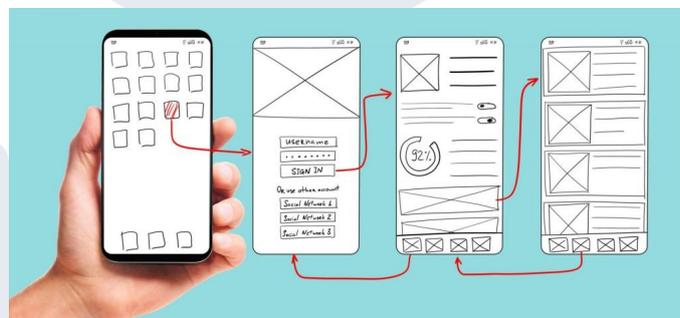
2.1.1.7 Prototyping

Prototyping adalah model awal atau simulasi produk untuk menguji ide, konsep, desain, fungsi, dan *User Experience*. Prototipe memungkinkan adanya umpan balik awal perancangan untuk iterasi dan penyempurnaan produk akhir, meminimalisir adanya risiko dan pengembangan produk yang tidak bekerja. Prototipe dapat berbentuk *low fidelity* (sketsa sederhana) atau *high fidelity* (model detail). Menurut Carfagni et al., (2020) *fidelity* merupakan tolak ukur “kedekatan” prototipe dengan produk akhir, jika *high fidelity* sulit dibedakan dengan tampilan akhir media, maka *low fidelity* dapat dengan mudah dibedakan dengan bentuk akhir produk (h.2).

Prototipe dapat digunakan pada berbagai tahap desain, bagi *developer* prototipe seringkali ditujukan untuk menguji interaksi, sementara bagi desainer industri prototipe lebih sering digunakan untuk eksplorasi konsep, sehingga adopsi bentuk prototipe (*low* atau *high fidelity*) yang digunakan pun berbeda (h.4).

1. *Low Fidelity*

Bentuk prototipe *low fidelity* atau lo-fi seringkali dimanfaatkan oleh desainer pada tahap eksplorasi. Prototipe lo-fi memungkinkan proses mencoba ide dengan cepat dan murah, meminimalisir adanya keterikatan saat perlu menghapus suatu ide yang buruk karena perancangannya yang mudah untuk menguji konsep yang luas dan tidak spesifik. Lima tipe prototipe lo-fi yang sering digunakan pada tahap *ideation* adalah: sketsa, kertas, lego, digital, dan *Wizard of Oz* untuk membantu mencoba dan mengembangkan ide dengan cepat (Dam & Teo, 2025b).



Gambar 2.6 Prototipe Fidelitas Rendah

Sumber: <https://www.thinklions.com/blog/low-fidelity-prototype/>

Prototipe lo-fi sketsa, kertas, dan lego memiliki tingkat kompleksitas yang rendah, sehingga wujud akhirnya seringkali ambigu dan membutuhkan konteks tambahan atau imajinasi untuk dapat diuji oleh calon pengguna. Interaksi model ketiganya juga tidak dapat disimulasikan, namun wujud tampilan dapat dimodifikasi dengan mudah. Bentuknya yang sangat sederhana memudahkan uji coba konsep dan ide bukan eksekusi visual, cocok digunakan untuk tahap awal *brainstorming* ide. Sementara prototipe

lo-fi bentuk digital atau *wireframe* dan *Wizard of Oz* bersifat lebih kompleks, biasa disebut sebagai prototipe *low to medium fidelity* dan sebaiknya digunakan pada tahapan akhir ideasi. *Wizard of Oz Prototype* digunakan untuk menguji suatu fungsi fitur yang kompleks dengan menipu bentuk interaksi.

2. *High Fidelity*

Bentuk prototipe *high fidelity* atau hi-fi digunakan oleh desainer untuk menjembatani celah antara konsep desain dengan produk final. Tampilan visual prototipe telah merepresentasikan desain konten dengan tingkat detail seperti *look and feel* produk akhir. Selain itu, interaksi uji coba juga telah bekerja secara fungsional sehingga menyajikan penguji *User Experience* yang realistis. Oleh karena itu prototipe dengan fidelitas tinggi tidak dapat diciptakan pada awal tahap perancangan. Sehingga menurut Houde dan Hill (1997) pada Wessel et al., (2022, h.4) terwujudnya tampilan akhir prototipe hi-fi dapat mengindikasikan tantangan teknis pengembangan produk telah berhasil diidentifikasi dan diatasi.

Perancangan prototipe dalam bentuk hi-fi menjadi tahapan yang krusial untuk meminimalisir risiko pasar dan teknologi pada tahap pengembangan dan komersialisasi dengan menguji konsep, fungsionalitas, dan mengumpulkan umpan balik (h.4). Prototipe hi-fi membantu mengungkapkan informasi secara jujur dengan tujuan mengurangi rasa ketidakpastian pihak eksternal. Namun menurut (Wessel et al., 2022) prototipe fidelitas sedang lebih efektif meyakinkan pihak eksternal karena bentuk hi-fi memberikan kesan desain yang sudah final dan tidak bisa diubah lagi (h.9).

Proses desain UX dimulai dengan memahami kebutuhan, hambatan, dan preferensi pengguna pada tahap inspirasi eksplorasi empatik. *Design thinking tools* pada proses perancangan dapat digunakan secara beriringan, namun beberapa hanya digunakan secara kronologis. Penyesuaian terhadap

pedoman aksesibilitas seperti WCAG memastikan struktur informasi dapat diakses oleh pengguna dengan kebutuhan khusus, terutama melalui pembaca layar. Fidelitas pada prototipe menjadi indikator tingkat kedekatan desain dengan produk akhir, yang juga memengaruhi persepsi pihak eksternal selama proses validasi.

2.1.2 User Interface (UI)

Desain antarmuka pengguna atau *Interface Design* (UI) yang inklusif perlu mengikuti standarisasi tertentu untuk memastikan kemudahan akses informasi. Desain UI secara langsung mempengaruhi cara target audiens berinteraksi dan menavigasikan produk. Elemen desain yang ditujukan untuk penyandang disabilitas netra, perlu mempertimbangkan desain visual, desain *pervasive*, desain interaksi motorik, *control* dan *affordance*, serta desain tombol. Keterikatan elemen UI aspek tersebut dapat menciptakan pengalaman penggunaan media interaktif yang ramah.

2.1.2.1 Desain Visual

Desain visual memegang peranan penting dalam mengarahkan cara pengguna menavigasi dan berinteraksi dengan media. Beberapa elemen visual memerlukan penekanan lebih untuk mengakomodasi kebutuhan disabilitas tertentu. Menurut Beene et al., (2020, h.5) desain visual yang inklusif mengikuti perlu *grid structure* yang sistematis untuk baris dan kolom, serta *white space* yang banyak untuk mempertegas perbedaan antar *section* konten dan tidak terlihat sesak. Penggunaan warna yang tidak mengganggu, tanpa pola, dan tanpa lapisan gambar juga memudahkan pergerakan mata ke arah kanan dan kiri.



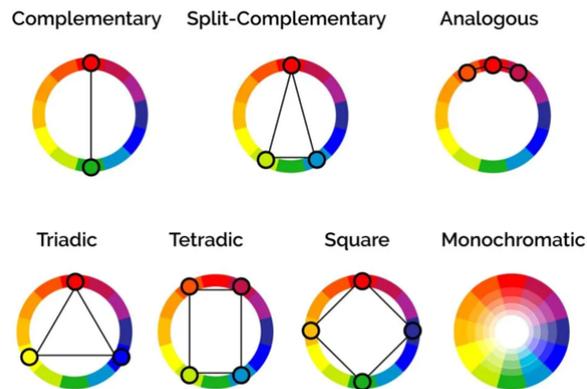
Gambar 2.7 Pedoman Desain Inklusif
 Sumber: <https://digitalsynopsis.com/2016/09/>

Pendekatan desain visual yang tidak memperhitungkan kebutuhan pengguna dengan keterbatasan penglihatan, pendengaran, motorik, dan kognitif dapat menghasilkan produk akhir yang justru membuat pengguna merasa terkucilkan (Cezarotto, 2023, h.4). Secara tampilan, desain visual inklusif yang baik harus memprioritaskan nilai intuitif dan kemudahan dengan memberikan deskripsi yang singkat dan tidak ambigu, sehingga tiap elemen desain dapat diterjemahkan oleh Alat Teknologi Bantu atau ATB, seperti *screen reader* (Arora et al., 2024, h.2).

1. Palet Warna

Palet warna dalam desain UI adalah kombinasi warna yang telah dikurasi yang digunakan untuk menciptakan tampilan visual harmonis dan konsisten. Kombinasi palet warna dirancang berdasarkan presentasi warna pada *color model* yang mempresentasikan warna secara numerik, seperti RGB (*red, green, blue*) yang digunakan untuk tampilan layar, CMYK (*cyan, magenta, yellow, black*) yang digunakan untuk mencetak, dan HSL (Soegaard, 2025). HSL atau *hue* (derajat (0-360) *color wheel*), *saturation*

(persentase (0-100%) kejenuhan dan intensitas warna), dan *lightness* (persentase (0-100%) terang-gelap warna) merupakan komponen krusial untuk merancang palet warna yang harmonis.



Gambar 2.8 Harmoni Warna dalam *Color Wheel*
Sumber: <https://uxplanet.org/create-your-own-design...>

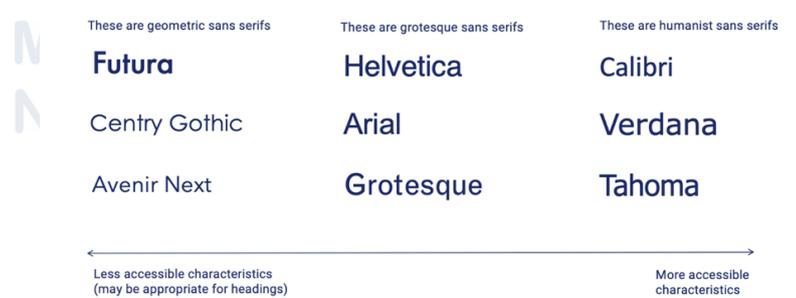
Kombinasi warna yang harmonis tidak terpaku pada penggunaan rona yang spesifik, melainkan dipengaruhi oleh jarak posisi warna satu sama lain pada roda warna yang membentuk sudut tertentu, memastikan adanya batasan ruang strategis yang merata (Oulasvirta et al., 2020, h.14). Jarak warna yang strategis dan merata merujuk pada posisi titik yang berlawanan (skema warna komplementer), titik yang berdampingan (analogus), atau titik yang membentuk segitiga pada roda (triadik), dsb. Warna primer, sekunder, dan aksen dalam palet disusun berdasarkan prinsip distribusi spasial pada roda warna.

Pada konteks aplikasi inklusif, rasio kontras warna menjadi komponen yang krusial untuk mengoptimalkan keterbacaan informasi. Semakin tinggi kontras antar *foreground* dan *background*, akan semakin mudah pengguna membedakan teks dan komponen desain dengan latar belakang. Desain yang aksesibel, tidak boleh menggunakan warna sebagai satu-satunya cara menyampaikan pesan visual, karena tidak semua calon pengguna dapat melihat warna (Beene et al., 2020).

2. Tipografi

Tipografi dalam desain UI adalah teknik penyusunan teks agar terlihat, terbaca, dan terukur pada tampilan antarmuka. Pada desain inklusif, pemilihan *typeface* yang tepat sangat krusial untuk memastikan aksesibilitas. *Typography in Inclusive Design Part 2: Choosing Typefaces and Laying out Text Content | Vision Australia. Blindness and Low Vision Services, n.d.* menjelaskan bahwa variasi kontras garis, keterbukaan huruf (*aperture*), dan ruang dalam huruf (*counter*), berperan dalam mempengaruhi aksesibilitas huruf. Tiap *font families*, memiliki karakteristik gaya visual berbeda yang mempengaruhi keterbukaan *aperture*, ruang *counter*, dan besar *x-heights*. Keluarga *font* serif dan sans serif memiliki *letterform* yang lebih seragam serta variasi *font* dengan *aperture* lebar, *counter* luas, dan *x-heights* tinggi dapat meningkatkan keterbacaan huruf.

Sans serif dinilai sebagai *font* paling aksesibel untuk kebutuhan produk digital karena tampilannya yang minimal dan bersih. *Typeface* sans serif tidak memiliki goresan tambahan atau elemen ekstra, sehingga dapat mendukung tampilan pada layar dengan resolusi yang rendah. Aksesibilitas *font* sans serif berdasarkan tipe bentuk huruf diurutkan dari sans serif *humanist* karena bentuk huruf yang menyerupai tulisan tangan, proporsi huruf yang lebih bervariasi pada tipe *grotesque*, dan terakhir *geometric* yang memiliki bentuk matematis dan cenderung kaku.

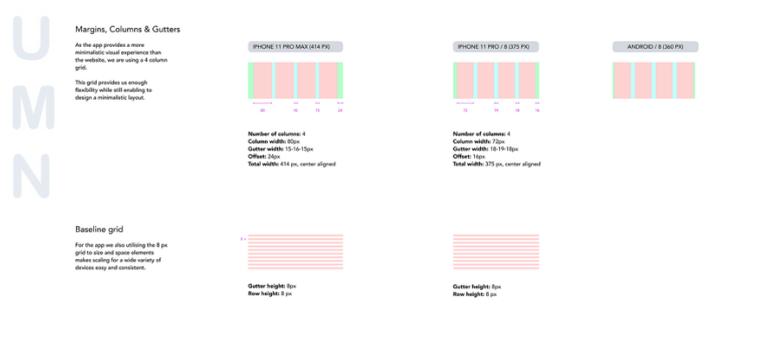


Gambar 2.9 Tingkat Aksesibilitas *Font* Sans Serif
Sumber: <https://www.visionaustralia.org/business-consulting...>

Pada teks, hierarki visual dapat menjelaskan tingkat prioritas informasi dan urutan membaca, mengarahkan pengguna untuk mengonsumsi konten secara berurutan dan logis. Hierarki tersebut dapat dicapai menggunakan variasi ukuran, berat, dan gaya *font* yang diaplikasikan secara konsisten. Penelitian oleh Yeong et al., (2021) menunjukkan hubungan konsistensi teks dengan tingkat kenyamanan UX yang baik bagi pengguna tunanetra dengan *assistive technology* (Hamideh Kerdar et al., 2024, h.7). Penggunaan tipografi yang konsisten dapat meningkatkan *usability*, mengurangi *cognitive load*, dan memudahkan navigasi pengguna.

3. *Layout & Grid System*

Layout atau tata letak dalam desain UI adalah keseluruhan penataan dan organisasi elemen desain, termasuk *spacing*, *alignment*, dan hierarki. Sementara *grid system* adalah alokasi ruang desain berdasarkan sistem baris dan kolom terstruktur untuk penempatan elemen. Tata letak dapat diciptakan dengan menambahkan batasan (*constraints*) secara bertahap, dan batasan tersebut perlu dirancang mengikuti asumsi kontrol motorik dan pola atensi manusia agar dapat bekerja secara optimal (Oulasvirta et al., 2020, h.6). Penggunaan *layout* mempengaruhi cara pengguna memahami, menavigasi, dan berinteraksi dengan tampilan antarmuka secara nyaman.



Gambar 2.10 *Grid Layout*

Sumber: <https://medium.com/design-bootcamp...>

Terdapat berbagai tipe *layout* untuk pendekatan dan kebutuhan yang berbeda, pada media digital *layout* didesain untuk memandu pengguna secara intuitif menciptakan pola paling efektif untuk menarik perhatian *user* saat mencari informasi. *Grid system* berperan sebagai alat untuk memfasilitasi kebutuhan tersebut, dengan mengikuti garis dan titik temu pada *grid system*, penataan elemen akan mudah dimengerti, dapat diprediksi, dan seimbang.

Grid terdiri dari kolom vertikal dengan lebar yang konsisten sebagai ruang peletakan elemen, *gutters* berupa jarak antar kolom, dan *margin* yang berada pada kanan – kiri luar ruang sebagai batas konten. Struktur *grid* dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kompleksitas tata letak, sehingga muncul tiga jenis struktur *grid* umum yang digunakan dalam desain UI, yaitu *column*, *modular*, dan *hierarchical*. *Grid system* berperan sebagai aturan untuk memastikan elemen dalam desain tidak muncul lebih dari satu kali, tidak terpotong, berada dalam kolom, dan mengikuti ukuran minimum – maksimum yang telah ditentukan agar proporsi desain konsisten (Oulasvirta et al., 2020, h.18).

4. *Imagery*

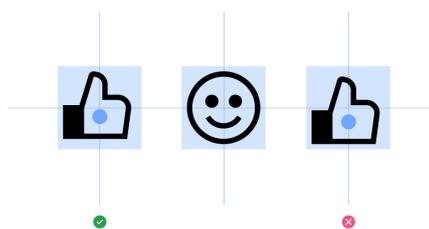
Imagery dalam desain UI adalah alat komunikasi menggunakan elemen visual seperti foto, ilustrasi, ikon, serta grafik dan diagram. *Imagery* dalam bentuk foto termasuk peta, foto profil, juga foto produk. Gambar nyata dapat menyampaikan informasi dengan informatif atau digunakan sebagai *touch target*, seperti ketuk foto pengguna untuk dialihkan ke halaman profil. Sementara ilustrasi dalam bentuk ikon, diagram, dan elemen dekoratif digunakan untuk menjelaskan suatu proses dengan visualisasi sederhana untuk membanting navigasi.

Pada konteks desain aplikasi yang inklusif, media visual harus digunakan secara ringkas dan lugas untuk menyampaikan informasi, gambar harus sederhana dan tidak menjadi perhatian

utama, hanya berperan sebagai pendukung bukan mendominasi isi informasi (Beene et al., 2020, h.4). Aksesibilitas *imagery* dalam UI/UX harus dilengkapi dengan deskripsi *alt text* agar dapat memberika pengalaman menjalankan media digital yang setara bagi pengguna *screen reader*.

5. Ikon

Ikon dalam desain UI adalah bentuk simbol yang mengilustrasikan suatu aksi atau objek yang berinteraksi dengan pengguna dalam ruang dgital. Bentuk ikon dapat merupakan representasi suatu objek nyata (seperti kaca pembesar untuk “mencarii”), bentuk abstrak suatu konsep (contoh bentuk hati yang berarti “suka), atau simbolis yang menggambarkan suatu ide yang tidak konkret (seperti pengaturan menggunakan ikon roda gigi). Ikon digunakan sebagai *visual cues* untuk memudahkan navigasi aplikasi karena cara komunikasi yang familiar dan ringkas. Untuk mendukung aplikasi yang inklusif, aksesibilitas penggunaan ikon dapat dicapai dengan menata ikon pada pada lokasi yang mudah ditemukan oleh ATB (Hamideh Kerdar et al., 2024, h.9).



Gambar 2.11 *Alignment* Ikon
Sumber: <https://www.ibm.com/design/language/iconography...>

Menurut Bühler et al., (2020) ikon sebaiknya mengikuti kontur bentuk objek nyata yang seringkali tidak teratur dan tidak simetris, meski pengguna lebih menyukai desain yang simetris dan teratur (h.7), sehingga diperlukan titik temu perancangan antar yang seimbang antar keduanya. Ikon perlu dapat dikenali secara langsung

untuk meningkatkan navigasi, desain mirip yang digunakan bersamaan akan sulit dibedakan dan sulit diproses. Sementara bentuk ikon yang kontras berbeda antar satu sama lain dapat mengurangi waktu *recognition time* (h.8).

2.1.2.2 Desain *Pervasive*

Pervasive design adalah pendekatan desain yang mengintegrasikan teknologi ke dalam lingkungan fisik sehari-hari secara alamiah dan tidak mengganggu. Dalam konteks antarmuka pengguna (UI) yang inklusif, desain audio dan haptik (getaran) merupakan bagian dari strategi *pervasive design* yang berfokus pada integrasi umpan balik non-visual. Pendekatan ini memungkinkan pengguna, terutama *user* dengan gangguan penglihatan, untuk tetap menerima informasi penting melalui saluran indera lain. Pendekatan tersebut menciptakan desain antarmuka yang lebih aksesibel dan responsif terhadap konteks penggunaan, memberikan pengguna pengalaman yang *seamless* dan setara di berbagai situasi.

1. Desain Audio

Desain audio memastikan informasi dapat diakses oleh pengguna dengan gangguan penglihatan dan membutuhkan tanda isyarat melalui suara. Sementara untuk pengguna dengan gangguan pendengaran konten berbasis suara dapat diakses melalui bentuk *feedback* haptik yang juga menyajikan pengalaman interaktif. Instruksi dan isyarat dalam bentuk audio harus minimal, singkat, dan tepat sasaran agar tidak menjadi beban kognitif audiens (Arora et al., 2024, h.23).

Untuk mengakomodasi kebutuhan dari teknologi asistif *screen reader*, penyajian informasi perlu mengikuti pedoman tata letak aplikasi dan situs. Tanpa mengikuti struktur standarisasi ini pengguna akan kesulitan menavigasi ATB untuk menemukan informasi yang diperlukan (Hamideh Kerdar et al., 2024, h.9).

Software seperti *screen reader* tidak dapat membaca potongan dari suatu teks dan membedakan deskripsi yang penting dan tidak penting, oleh karena itu tiap komponen desain perlu diklasifikasikan, dengan mengurutkan secara kronologis dan menandai objek dekoratif, agar tidak memindai semua informasi dan membingungkan pengguna (Beene et al., 2020, h.8).

2. Desain Haptik

Desain haptik bentuk interaksi dengan produk atau lingkungan yang melibatkan umpan balik taktil pada indera peraba seperti dalam bentuk getaran atau tekstur. Desain haptik seringkali diimplementasikan untuk kebutuhan interaksi *feedback*, seperti untuk memberikan informasi atau mengonfirmasi tindakan, menciptakan pengalaman desain yang intuitif dan aksesibel dalam berbagai bentuk indra sensorik. *Haptic feedback* memberikan pengguna kesadaran spasial antar lingkungan fisik dan objek virtual, meningkatkan rasa kehadiran dan keterlibatan.

Berdasarkan panduan dari hapticlabs.io (*Design Principles for Haptic UX*, n.d.) tahap perancangan desain umpan balik haptik terdiri dari tahap *concept, ideate & experience, define, modulate*, dan *integrate & evaluate*. Desain haptik memberikan pengguna penyandang disabilitas sensorik pengalaman taktil yang memperkaya bentuk interaksi. Kombinasi *output* visual, audio, dan haptik memberikan pengalaman interaksi digital yang *immersive* dengan melibatkan berbagai indera.

2.1.2.3 Desain Interaksi Motorik

Desain interaksi motorik merupakan bentuk *Human Computer Interaction* (HCI) yang fokus pada tampilan dan sistem yang dapat mengakomodasi pengguna dengan keterbatasan gerak motorik. Aspek desain interaksi motorik mempertimbangkan gerak interaksi yang juga ramah dengan teknologi asistif. Gestur intuitif,

gerak yang mudah, koordinasi, mobilitas, juga ketangkasan perangkat audiens menjadi nilai-nilai penting untuk mencegah adanya *motor barrier*.



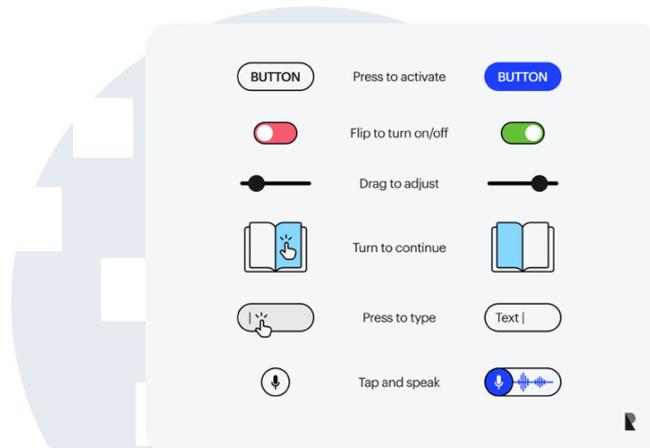
Gambar 2.12 Area Jangkauan Jempol
Sumber: <https://eleks.com/blog/what-is-inclusive-design/>

Desain pada *touch target* dan gestur intuitif yang baik merupakan hasil dari perwujudan desain *affordance* yang telah dirancang berdasarkan praktik pengalaman pengguna (Wolf-Meyer, 2022, h.6). *Affordance* memberikan arahan bentuk interaksi dan desain motor yang baik memastikan gerak tersebut dapat diakses secara fisik. Oleh karena itu, keberhasilan desain interaksi bergantung pada keterhubungan antara *affordance* dan keterjangkauan gerak pengguna

2.1.2.4 Controls, Affordances, dan Signifier

Pada desain UI, *controls* merupakan komponen interaktif spesifik yang bertujuan untuk membantu pengguna melakukan suatu tindakan seperti dalam bentuk tombol, *sliders*, atau *dropdowns*, Sementara *affordances* adalah petunjuk yang mensugestikan bentuk interaksi dengan elemen UI yang bertujuan memberikan isyarat visual tindakan yang perlu dilakukan. Kontrol merupakan komponen desain yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan produk digital, melakukan tindakan, dan memasukkan informasi, sementara *affordances* berperan dalam memastikan kontrol bersifat intuitif dan dapat digunakan. Menurut Rex Hartson

(2001) dalam artikel *What Are Affordances?* (IxDF, n.d.) *affordance* memiliki karakteristik *physical* atau dapat dipersepsikan, *cognitive* dapat mengumumkan fungsi objek, *sensory* dapat memberikan kesan umpan balik, dan *functional* yang dapat membantu pengguna mencapai tujuannya.



Gambar 2.13 Contoh Bentuk *Affordances*

Sumber: <https://www.ramotion.com/blog/affordance-in-ux-design/>

Affordance dapat bersifat *explicit*, *hidden*, *metaphorical*, *false*, dan *negative*. Tombol dengan label jelas merupakan contoh dari *affordance* eksplisit, sementara pada tombol yang muncul setelah *hover* pada area tertentu bersifat tersembunyi, dan *metaphorical affordance* menggunakan indikator yang menyerupai objek di dunia nyata seperti tempat sampah yang berarti hapus atau buang. *Negative affordance* membantu mengarahkan aksi pengguna dengan memberikan isyarat suatu aksi tidak dapat dilakukan seringkali disampaikan dengan *greyed-out button* untuk mengkomunikasikan tombol tidak aktif. Sedangkan *false affordance* memberikan isyarat seolah komponene memiliki elemen interaksi, padahal tidak, seperti teks digaris bawah yang bukan merupakan *hyperlink*, elemen dekoratif yang menyerupai kontrol, atau tombol yang tidak melakukan apapun.

Kemampuan fisik, kognitif, tujuan, dan pengalaman pengguna berperan penting dalam membentuk persepsi terhadap

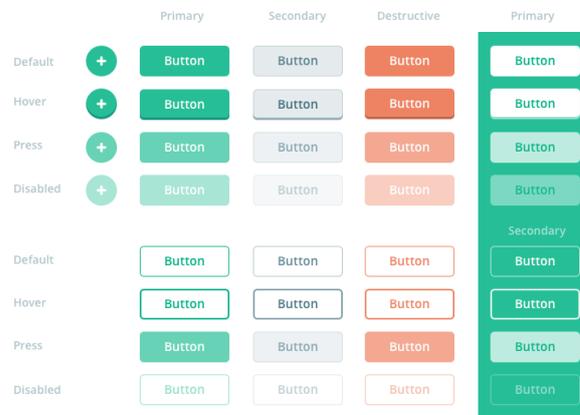
potensi tindakan yang dapat dilakukan dalam sebuah antarmuka. Dalam desain UI, elemen seperti tombol menyampaikan *affordance* bahwa komponen tersebut dapat diklik, sementara ikon menu hamburger memberikan sinyal bahwa menu dapat dibuka atau disembunyikan. Petunjuk atau sinyal visual yang memperjelas adanya *affordance* membantu pengguna mengenali fungsi suatu elemen, yang disebut sebagai *signifier*.

Signifier memberikan tombol efek bayangan, garis tepi memberi sinyal bahwa elemen tersebut dapat diklik, *placeholder* pada kolom isian menunjukkan bahwa teks dapat diketik, hingga perubahan kursor menjadi ikon tangan yang menandakan elemen interaktif. Terdapat keterkaitan erat antara kontrol (komponen yang dapat digunakan untuk melakukan aksi), *affordance* (kemungkinan tindakan yang dapat dipersepsi oleh pengguna), dan *signifier* (sinyal yang menjelaskan cara menggunakan *affordance* tersebut). Ketiganya bekerja beriringan menciptakan antarmuka yang intuitif, mudah dipahami, dan aksesibel bagi berbagai jenis pengguna.

2.1.2.5 Desain Tombol

Dalam desain UI, tombol adalah bentuk kontrol elemen interaktif untuk membantu pengguna mencapai tujuannya pada ruang digital. Tombol ditujukan untuk mengkomunikasikan aksi, membuat pilihan, dan mengkonfirmasi *feedback* aplikasi. Secara visual tombol dapat dikategorikan menjadi *filled buttons* (menggunakan latar warna penuh), *outlined buttons* (desain menggunakan garis tepi), *ghost buttons* (latar transparan atau garis tepi yang *subtle*), *floating action buttons* (seringkali berbentuk lingkaran dan “mengambang” di atas desain antarmuka), dan *toggle button* (memiliki status aktif dan tidak aktif yang dapat dialihkan).

Buttons



Gambar 2.14 *UI Kit Tombol*

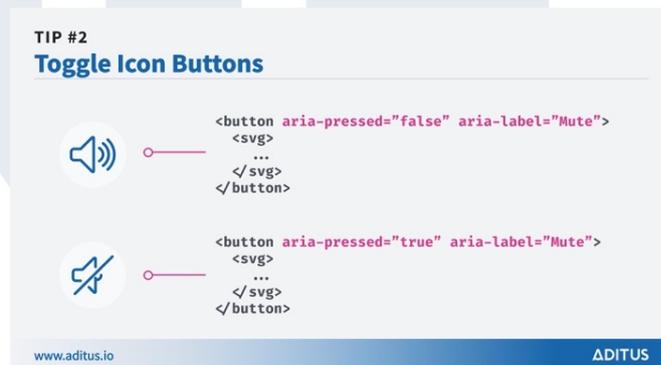
Sumber: <https://dribbble.com/shots/3295197-UI-Kit-Buttons>

Perancangan tombol untuk antarmuka digital perlu memperhatikan gaya, hierarki visual, kejelasan dan konsistensi, *states*, aksesibilitas, dan fungsi. Hierarki visual tombol dikategorikan berdasarkan tingkat prioritas, *primary button* sebagai aksi utama memiliki penekanan visual paling tegas, diikuti dengan *secondary* dan *tertiary button* untuk aksi minor. Elemen kritikal sebaiknya ditegaskan menggunakan ukuran (Choe, 2024) karena skala ukuran besar – kecil suatu elemen dapat mempengaruhi perhatian pengguna (h.18).

Clarity dan konsistensi desain tombol dapat dicapai dengan menggunakan mengikuti arahan visual antar tombol, indikator yang terlihat, dan teks deskripsi untuk mengindikasikan fungsi tombol. Penemuan dari penelitian Carvalho et al., (2022) tentang aksesibilitas serta *usability* pada aplikasi dan situs bagi pengguna yang memiliki gangguan penglihatan dalam Hamideh Kerdar et al., (2024) menunjukkan bahwa partisipan disabilitas netra kesulitan menyelesaikan tugas dan menavigasi *interface* digital karena kekurangan teks deskriptif pada tombol. Pada aplikasi inklusif, kejelasan label sangat krusial. Tanpa konteks semantik, *screen reader* hanya membacakan elemen secara lisan sebagai

“tautan” tanpa menjelaskan fungsi atau tujuan tombol, memberikan pengalaman digital yang tidak aksesibel (h.8).

Menurut Golden (2021) dan Gordon (2021) pada tulisan Choe (2024), dalam layar *mobile* jumlah elemen interaktif berukuran besar sebaiknya maksimal dua dengan membatasi variasi ukuran menjadi tiga: kecil, sedang, dan besar (h.18). Hierarki dengan struktur yang jelas dapat dicapai dengan membatasi penggunaan elemen besar untuk memudahkan penekanan prioritas konten. Sementara membatasi variasi ukuran membantu menciptakan struktur yang bersih, konsisten dan mudah dipindai,



Gambar 2.15 Penggunaan Label ARIA pada Tombol
Sumber: <https://x.com/lucalanca/status/1177227426134417408>

States tombol atau keadaan tombol mengindikasikan kondisi elemen interaktif, *default*, *hover*, *active*, *focus*, *disabled*, *loading*, dan *toggled*. Status tersebut dikomunikasi secara visual, dan agar pengguna *screen reader* dapat mengetahui status tersebut, label ARIA (Accessible Rich Internet Application) perlu digunakan. Label ARIA adalah atribut informasi tambahan yang menjelaskan tujuan dan fungsi elemen kepada teknologi asistif saat tidak ada deskripsi teks yang terlihat, seperti pada *state* tombol. Dengan menggunakan atribut ARIA secara tepat, UX aplikasi menjadi lebih setara karena setiap perubahan status tombol dapat dikenali secara semantik oleh pengguna dengan berbagai kondisi penglihatan.

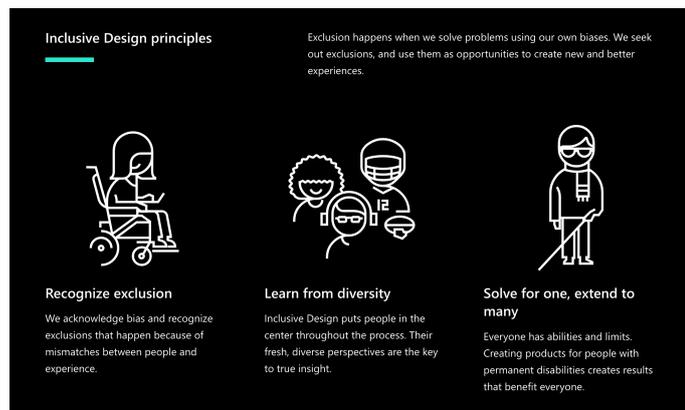
Proses desain UI yang inklusif menuntut struktur konten yang terorganisir dan aksesibel. *Grid system* membantu menjaga keteraturan elemen, dan memastikan keterbacaan konten oleh teknologi asistif. Kombinasi warna harus harmonis dan kontrasnya memenuhi standar WCAG, tanpa menjadikan warna sebagai sumber penyampaian informasi. Begitu juga dengan penggunaan ikon, hanya sebagai pelengkap informasi bukan fokus utama.

Tipografi dan ikonografi harus dirancang agar terbaca dan mudah diinterpretasi dengan oleh *screen reader*. Elemen tombol dan *touch target* lainnya memerlukan hirarki yang jelas, states yang dapat dikenali oleh ARIA labels, serta ukuran minimum yang cukup besar untuk menimalisir terjadinya salah ketuk. Desain audio dan haptik dapat memperluas bentuk interaksi, bagi pengguna tunanetra, *pervasive design* menjadi pengganti informasi visual.

2.2 Prinsip Desain Inklusif

Desain inklusif bertujuan menciptakan produk, jasa, pengalaman, hingga lingkungan yang dapat diakses oleh individu dengan berbagai karakteristik dan keterbatasan. Prinsip merupakan arahan atau pondasi yang melatar belakangi suatu keputusan, dan untuk desain yang inklusif, prinsip tersebut fokus pada kesetaraan, empati, dan fleksibilitas. Desain inklusif merupakan metodologi perancangan yang bertujuan untuk mengikutsertakan berbagai perspektif individu di lingkungan digital. Menurut Microsoft, eksklusivitas dalam desain terjadi karena perancangan yang didasari oleh asumsi, celah tersebut membuka peluang untuk menciptakan pengalaman desain baru yang lebih baik.

Terdapat tiga prinsip desain inklusif berdasarkan *toolkit* Microsoft, yaitu *recognize exclusion*, *learn from diversity*, dan *solve for one, extend to many*. Prinsip pertama adalah mengenali bias dan mengakui adanya pengecualian karena ketidaksesuaian pengalaman dengan kebutuhan individu. Prinsip kedua memposisikan manusia pada pusat proses desain, hasil sintesa perspektif yang beragam menjadi kunci gagasan perancangan. Prinsip menyelesaikan satu masalah yang bercabang pada permasalahan lain, menciptakan solusi yang menjembatani keterbatasan suatu kelompok dapat menghasilkan solusi yang menguntungkan lebih banyak individu.



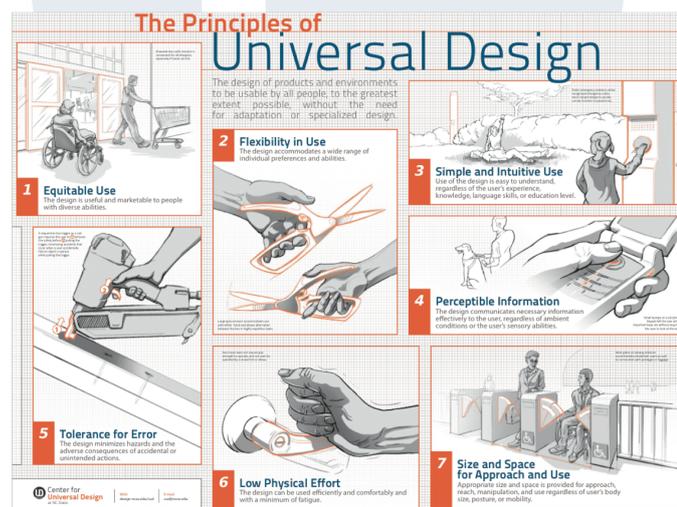
Gambar 2.16 Microsoft *Inclusive Design Toolkit*
Sumber: <https://inclusive.microsoft.design/>

Interaksi pengguna dengan produk digital dirancang agar dapat memberikan pengalaman *seamless* yang setara bagi setiap *user*, terlepas dari kondisi dan keterbatasannya. Media digital yang tidak mengkalkulasi keberagaman pengguna mengakses, memahami, berinteraksi dengan elemen yang ada dapat menghambat pengalaman pengguna, yang disebut sebagai *interaction barriers*. Terjadinya *interaction barriers* pada suatu media dapat dicegah dengan mengikuti prinsip desain universal, prinsip interaktivitas, prinsip aksesibilitas, dan prinsip intuitif. Keempat prinsip tersebut menjadi landasan untuk menciptakan pengalaman yang setara dan mudah dijangkau oleh semua orang.

2.2.1 Prinsip Desain Universal

Istilah desain universal pertama kali dicetuskan oleh Ronald Mace. Konsep ini kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh tim The Center for Universal Design di North Carolina State University, yang merumuskan tujuh prinsip utama untuk meningkatkan aksesibilitas dan mengukur usaha yang diperlukan dalam penggunaan desain. Prinsip pertama adalah *Equitable Use* yaitu penggunaan yang adil. Pengalaman pengguna yang adil memastikan tiap individu dapat mengakses suatu produk dan layanan tanpa hambatan. Fitur personalisasi pada media interaktif dapat menjawab kebutuhan, kemampuan, dan identitas yang spesifik antar tiap individu (Cezarotto, 2023, h.2) karena pengguna tidak perlu beradaptasi dengan standar di luar batas kemampuan mereka, menjamin pengalaman penggunaan yang setara.

Prinsip selanjutnya *Flexibility in Use* (fleksibilitas dalam penggunaan) mengakomodasi preferensi dan kemampuan pengguna yang beragam. *Equitable Use* menghadirkan solusi desain yang inklusif dan *Flexibility in Use* menyediakan berbagai opsi cara berinteraksi dengan solusi desain inklusif tersebut. Prinsip selanjutnya adalah *Simple and Intuitive Use* (penggunaan yang sederhana dan intuitif), bagi Arora et al., (2024, h.2) desain inklusif yang memprioritaskan nilai tersebut menggunakan label dan instruksi yang singkat dan jelas. Selanjutnya, *Perceptible Information* (informasi yang dapat dirasakan), di mana desain dapat mengkomunikasikan informasi yang penting dari berbagai situasi dan kondisi, seperti dengan adanya, isyarat suara, *animated caption*, juga indikator taktil dan visual.



Gambar 2.17 Prinsip *Universal Design*
 Sumber: <https://www.interaction-design.org/literature/article...>

Prinsip kelima, *Tolerance for Error* (toleransi terhadap kesalahan) adalah desain yang meminimalisir potensi terjadinya kesalahan dari gestur yang tidak disengaja dan tidak diinginkan, desain yang *forgiving* dan *user friendly*. Prinsip selanjutnya *Low Physical Effort* yaitu upaya fisik yang minimal, seperti interaksi dengan perangkat melalui *voice commands*, *swiping gestures*, juga kata kunci spesifik. Interaksi tersebut mudah, sederhana, dan tidak melelahkan. Prinsip terakhir *Size and Space for Approach and Use* (ukuran dan ruang untuk pendekatan dan penggunaan), dalam konteks media

digital berfokus pada standarisasi ukuran yang mengacu pada pedoman WCAG. Pada WCAG, elemen interaktif perlu memenuhi kriteria tertentu terkait *target size*, *spacing*, *pointer gestures*, *pointer cancellation*, serta *label in-name* untuk memastikan aksesibilitas yang optimal bagi pengguna.

2.2.2 Prinsip Interaktivitas

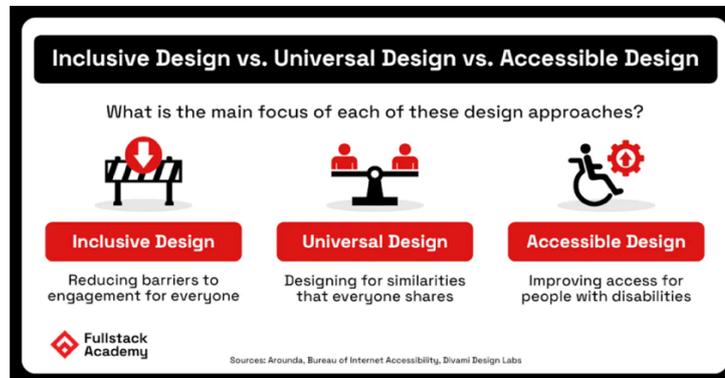
Prinsip interaktivitas merujuk pada bentuk interaksi antara pengguna dengan produk, sistem, atau lingkungan secara efektif dengan interaksi dinamis. Prinsip interaktif bertujuan untuk meningkatkan pengalaman pengguna yang pasif menjadi aktif dengan interaksi dua arah, sehingga *user* merasa terlibat secara emosional dan memiliki kendali terhadap interaksi yang berlangsung. Hal ini dapat dicapai melalui desain UX yang mendukung partisipasi aktif, memungkinkan pengguna untuk memanipulasi, mengeksplorasi, dan memengaruhi hasil dari bentuk interaksi.

Elemen desain yang mendukung prinsip interaktivitas memiliki bentuk yang konsisten, kontekstual, dan responsif, memberikan pengguna pengalaman interaksi yang alami. Desain tampilan dan interaksi yang baik bersifat "*invisible*," atau transparan, sehingga perhatian pengguna tertuju pada tahapan yang perlu dilalui untuk menyelesaikan tugas bukan pada tampilan desain (Arora et al., 2024, h.9). Konten yang dikemas dengan dinamis dan *immersive* dapat menunjang partisipasi aktif audiens dalam mempelajari, mengoperasikan, dan menyelesaikan suatu *task*.

2.2.3 Prinsip Aksesibilitas

Prinsip aksesibilitas merupakan salah satu aspek utama dari Desain Universal, memastikan desain mengakomodasikan pengguna dengan kemampuan berbeda, memastikan semuanya memiliki kesempatan partisipasi yang setara dan adil. Desain inklusif yang efektif seringkali tercipta saat tidak ditujukan untuk satu kebutuhan tertentu, tapi untuk siapapun yang membutuhkannya, termasuk pengguna dengan penyandang disabilitas (Patrick & Hollenbeck, 2021, h.11). Pada prinsip POUR dalam pedoman WCAG, desain antarmuka yang *Perceivable*, *Operable*, *Understandable*, dan *Robust*

memastikan bahwa semua pengguna, termasuk mereka dengan disabilitas, dapat mengakses, memahami, dan berinteraksi dengan sistem secara efektif.



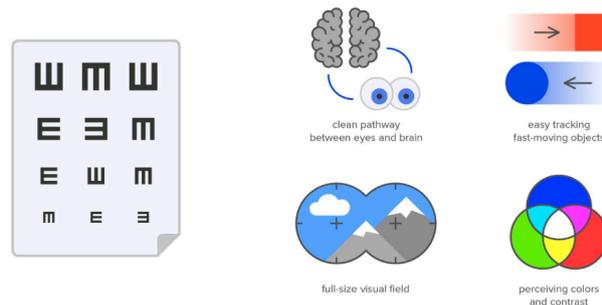
Gambar 2.18 Desain Aksesibel Mengikuti Desain Inklusif dan Universal
Sumber: <https://www.fullstackacademy.com/blog/benefits-of...>

Pada prinsip desain inklusif, perancangan solusi desain dimulai dari menyadari adanya sistem yang mengecualikan kelompok, agar dapat memahami permasalahan dengan spesifik. Desain yang dibuat mengikuti standar kebutuhan yang ekstrim akan berakhir bermanfaat untuk semua orang, selaras dengan prinsip desain universal. Desain universal menjelaskan bahwa aksesibilitas ditujukan bukan hanya untuk pengguna dengan disabilitas permanen, tapi juga kepada individu yang mengalami keterbatasan situasional. Oleh karena itu, fokus pada prinsip aksesibilitas terletak pada menghadirkan solusi yang dapat digunakan oleh sebanyak mungkin orang tanpa adaptasi khusus yang justru dapat mengucilkan, menciptakan aksesibilitas sebagai standarisasi *default*.

2.2.4 Prinsip Intuitif

Prinsip intuitif mengacu pada bentuk desain yang selaras dengan ekspektasi naluriah pengguna, sehingga interaksi penggunaan terasa *seamless* dan mudah. Bagi Qu et al., (2022, h.1) intuisi manusia adalah kemampuan memahami sesuatu secara langsung tanpa penalaran dalam keadaan sadar. Tampilan desain yang menarik dan intuitif menjadi kunci utama mempertahankan *engagement* pengguna (Joshi & Deole, 2025, h.10). Desain visual yang intuitif memiliki pola familiar, konsistensi, dan sederhana yang

sudah dimengerti pengguna, sehingga dapat memberikan gambaran interaksi yang jelas, meminimalisir *cognitive load* yang diperlukan untuk melakukan sesuatu. Oleh karena itu nilai intuitif merupakan kunci utama dari User Centered Design (UCD).



Gambar 2.19 Pengaplikasian Prinsip Inklusif
Sumber: <https://eleks.com/blog/what-is-inclusive-design/>

Media informasi yang inklusif adalah media yang dapat dipahami dan diakses oleh berbagai kalangan dengan memastikan keterwakilan dan representasi yang adil. Desain yang tidak inklusif dapat memunculkan rasa terkucilkan karena perbedaan pengalaman yang diciptakan membuat pengguna tidak merasa terhubung. Sebaliknya, desain yang inklusif memiliki bentuk interaksi dan tampilan yang bersifat transparan dan intuitif. Sifat transparan pada desain inklusif merujuk pada bentuk pemaparan informasi yang tidak ambigu dan mudah dimengerti, elemen desain dapat diterjemahkan melalui visualisasi universal, dan tata letak yang kompatibel dengan Alat Teknologi Bantu (ATB) seperti *screen reader*.

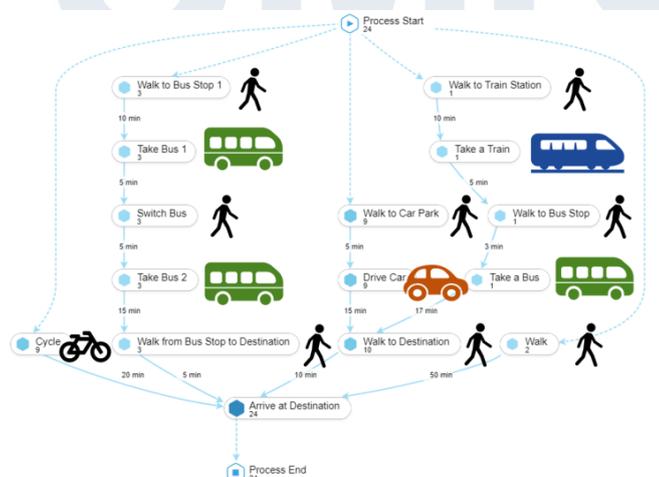
Pengalaman desain yang inklusif perlu dimulai dengan menyadari adanya ketidaksetaraan pengalaman, dengan mengakui celah aksesibilitas dapat dirancang solusi yang juga dapat dimanfaatkan kelompok tanpa disabilitas. Transparansi dalam desain dapat diartikan sebagai desain yang tidak menyadari keberadaannya karena rancangan yang “alami.” Desain alami ini berkaitan dengan sifat desain intuitif, yang dirancang mengikuti kebiasaan praktik pengguna, seperti insting dan pengalaman lampau. Semakin mudah dan terprediksi alur dan elemen

desain, semakin inklusif pengalaman yang disajikan. Dengan mengacu pada prinsip tersebut, media digital yang inklusif dapat terwujud, menghadirkan pengalaman penggunaan yang setara tanpa rasa keterasingan.

2.3 Mobility as a Service (Maas)

Mobility as a Service atau disebut juga sebagai MaaS, merupakan pendekatan transportasi terpadu yang menggabungkan berbagai layanan transportasi multimoda seperti angkutan umum hingga berbagi tumpangan dalam satu platform digital. Konsep MaaS diperkenalkan oleh Hietenen sebagai suatu ekosistem yang mempertemukan *demand* mobilitas dan *supply* infrastruktur dan layanan transportasi dalam satu penyedia layanan (Musolino et al., 2022, h.2).

Alyavina et al., (2020, h.3) berargumen bahwa konsep MaaS masih belum matang, perkembangannya didorong oleh tren digitalisasi dan servitisasi (peralihan dari produk ke layanan) karena nyatanya MaaS sulit diimplementasikan dalam skala besar karena sifatnya yang disruptif dan membutuhkan koordinasi yang kompleks. MaaS dinilai disruptif karena menantang sistem transportasi Indonesia yang masih terfragmentasi karena operator memiliki platform dan Teknik pembayaran yang terpisah, apalagi dalam skala di luar Jabodetabek. Untuk koordinasi, MaaS memerlukan kolaborasi antar pemangku kepentingan, seperti: pemerintah, operator swasta, dan penyedia layanan teknologi, yang memiliki kepentingan berbeda.



Gambar 2.20 Visualisasi Konsep MaaS

Sumber: <https://medium.com/asis-technologies/mobility-as-a-service...>

Sementara bagi Musolino et al., (2022, h.2) tantangan utama dari MaaS justru terletak pada membentuk perilaku pengguna dan untuk pembuat kebijakan. Pengaplikasian MaaS yang ideal bagi pengguna dapat menghemat pengeluaran, meningkatkan fleksibilitas, bahkan meminimalisir tingkat kepemilikan kendaraan pribadi (Narayanan & Antoniou, 2023, h.3). Bagi regulator, untuk mendukung berjalannya MaaS diperlukan kebijakan yang mengatur keberlanjutan integrasi antar moda.

2.3.1 MaaS untuk Penyandang Disabilitas

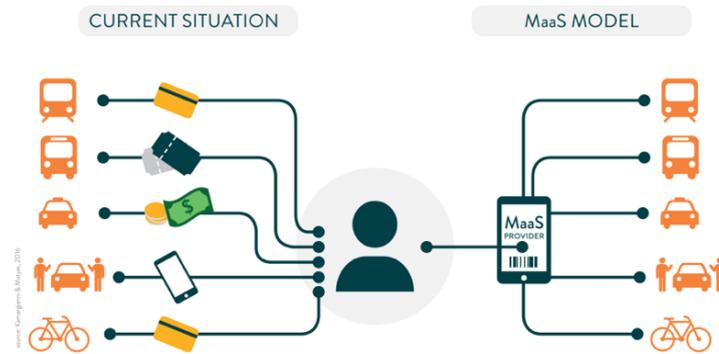
MaaS dapat mentransformasi solusi mobilitas yang memastikan kemudahan akses bagi semua lapisan masyarakat. Dalam Perencanaan Transportasi, pengguna yang rentan merujuk pada pejalan kaki, pengendara sepeda, anak-anak, perempuan hamil, lansia, masyarakat yang menghuni di sekitar jalan raya, dan penyandang disabilitas, kerentanan ini diperparah dengan adanya *transportation poverty*, yaitu keterbatasan akses transportasi layak, murah, dan nyaman, yang dapat membatasi mobilitas kelompok rentan (Dadashzadeh et al., 2022, h.2).

MaaS memiliki konsep *user-centric* yang menawarkan jasa layanan yang telah disesuaikan oleh kemudahan pengguna (Musolino et al., 2022, h.3). Namun keberhasilan inisiatif MaaS sangat bergantung pada kemauan dan kapasitas pengguna menggunakan layanan (Wang et al., 2021). Menurut Dadashzadeh et al., (2022, h.2) aplikasi MaaS harus dirancang dengan tujuan dapat diakses oleh berbagai kelompok dengan mempertimbangkan aspek warna, ukuran teks, dan ikon untuk mengakomodasi pengguna dengan keterbatasan visual dan pendengaran, penyesuaian layanan transportasi yang dapat diakses dengan kursi roda, juga perjalanan transportasi yang disubsidi berdasarkan tingkat pendapatan

2.3.2 Aplikasi MaaS

Sebagai ekosistem digital terintegrasi, MaaS bergantung pada aplikasi untuk memfasilitasi layanan terintegrasi yang disediakan konsep MaaS. Peningkatan popularitas aplikasi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK)

mobilitas mengikuti tren perubahan pola pergerakan moda transportasi berkelanjutan seperti transportasi umum (Dadashzadeh et al., 2022, h.3).



Gambar 2.21 Model Aplikasi MaaS

Sumber: <https://medium.com/asis-technologies/mobility-as-a-service...>

Menurut Alyavina et al., (2020, h.9) fitur yang dapat mendukung konsep MaaS berjalan secara ideal adalah platform digital *all-in-one* berupa aplikasi seluler atau situs web, variasi transportasi terpadu, opsi pembayaran dengan metode beragam, dan kolaborasi aktif antara pihak penyedia layanan. Aplikasi MaaS mempermudah mobilitas dengan perencanaan terintegrasi, pembelian tiket, dan informasi *real time* yang membuat pengalaman perjalanan lebih nyaman dan lebih mudah diakses. *User flow* menggunakan aplikasi MaaS dapat dimulai dari menciptakan akun untuk memastikan tampilan informasi sesuai kebutuhan personal, dilanjutkan dengan merencanakan perjalan di mana MaaS akan menganalisis transportasi yang tersedia sesuai kebutuhan dan preferensi, selama perjalanan aplikasi akan memonitor kondisi *real-time*, untuk memberikan ketenangan pikiran.

Mobility as a Service atau Mobilitas sebagai Layanan, yang disingkat menjadi MaaS adalah ekosistem transportasi terintegrasi yang dapat diakses dalam satu platform digital. Popularitas MaaS meningkat dikarenakan tren digitalisasi, tren penggunaan transportasi keberlanjutan, dan servitisi. Layanan MaaS dapat meningkatkan fleksibilitas pergerakan, menghemat pengeluaran, dan meminimalisir kepemilikan kendaraan pribadi. Konsep MaaS dinilai *user-centric* karena mendukung kebebasan mobilitas,

menjembatani keterbatasan akses, dan mengatasi *transportation poverty* yang seringkali dialami oleh kelompok rentan.

Dalam perencanaan transportasi, kelompok rentan merujuk kepada penghuni sekitar jalan raya, pejalan kaki, anak-anak, perempuan hamil, lansia, dan penyandang disabilitas. Oleh karena itu perancangan platform perlu mempertimbangkan desain antarmuka yang dapat mengakomodasi pengguna dengan disabilitas serta penyesuaian layanan untuk berbagai tingkatan disabilitas dan pendapatan. Implementasi dan keberhasilan MaaS sangat bergantung pada kolaborasi antara pembuat kebijakan, penyedia jasa dan layanan, dan keinginan pengguna.

2.4 Penyandang Disabilitas Netra sebagai Target Audiens

Ability adalah suatu kapasitas dan kemampuan, sementara *disability* adalah hambatan dan tantangan. Menurut World Health Organization, disabilitas tidak hanya sekedar kondisi kesehatan fisik dan mental ataupun sikap dan hambatan masyarakat, melainkan interaksi antara kondisi Kesehatan dengan lingkungan dan keadaan. Penggunaan istilah disabilitas secara resmi menggantikan istilah cacat sejak 29 Maret 2010 dengan memperbarui UU No. 4 Tahun 1997 Tentang Penyandang Cacat. Undang-Undang yang baru juga mengatur 22 hak untuk penyandang disabilitas, termasuk hak mendapatkan pekerjaan, hak bebas stigma, dan hak bebas pelabelan.



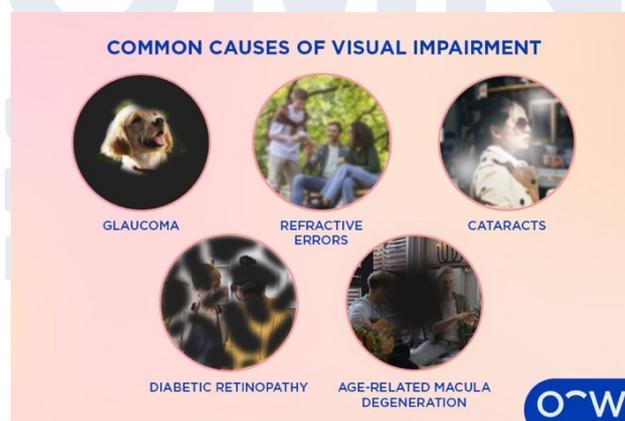
Gambar 2.22 Simbol Disabilitas Universal

Sumber: <https://infografis.okezone.com/detail/778239/7-simbol...>

UU Nomor 8 Tahun 2016 tentang Penyandang Disabilitas, mendefinisikan penyandang disabilitas sebagai orang dengan keterbatasan fisik, intelektual, mental, dan/atau sensorik dalam jangka waktu panjang yang mengalami hambatan dan kesulitan berpartisipasi dibanding warga lain. Warga yang memiliki disabilitas memiliki hak Kesamaan Kesempatan, yang dapat dicapai dengan adanya peluang dan penyediaan akses untuk dapat menyalurkan potensi dalam segala aspek. Sebagai target perancangan, jenis disabilitas, tingkat disabilitas, kebutuhan akses transportasi umum, dan tantangan serta hambatan dalam mengakses kendaraan perlu diperhitungkan.

2.4.1 Tipe Disabilitas Netra

Disabilitas penglihatan adalah kondisi keterbatasan indera penglihatan yang dikategorisasi menjadi beberapa tingkat kehilangan penglihatan. Terdapat kebutaan total (*complete blindness*), *legally blind*, buta parsial, hingga sebagian (*low vision*). Kondisi ini mempengaruhi cara individu menjalankan aktivitas sehari-hari, seperti tantangan dalam navigasi, mengenali wajah, dan membaca informasi. Menurut WHO disabilitas netra disebabkan oleh kelainan refraksi, katarak, retinopati diabetek, glaukoma, dan degenerasi makula terkait usia. Penyandang disabilitas netra menggunakan dukungan eksternal seperti *guiding block* untuk navigasi jalur dan informasi berbasis audio sebagai pengganti visual (Arianto & Apsari, 2023, h.5).



Gambar 2.23 Representasi Visual Gangguan Penglihatan
Sumber: <https://www.oscarwylee.com.au/glasses/eye/visual-impairment>

Survei Kesehatan Indonesia di tahun 2023 mencatat bahwa disabilitas penglihatan merupakan jenis disabilitas dengan prevalensi paling tinggi, yaitu sebanyak 0,6% dari 863.402 sampel responden yang berusia lebih dari atau sama dengan satu tahun. Dari kelompok ini, Kemenkes juga menunjukkan bahwa hanya 11.7% persen penyandang disabilitas netra yang sudah menggunakan alat bantu lihat. Persentase tersebut menunjukan tantangan dalam pemerataan aksesibilitas dan adopsi alat bantu yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

1	2	3	4	5	6
Do you have difficulty seeing, even if wearing glasses?	Do you have difficulty hearing, even if using a hearing aid?	Do you have difficulty walking or climbing steps?	Do you have difficulty remembering or concentrating?	Do you have difficulty (with self-care such as) washing all over or dressing?	Using your usual (customary) language, do you have difficulty communicating, for example understanding or being understood?

a. No – no difficulty b. Yes – some difficulty c. Yes – a lot of difficulty d. Cannot do at all

Gambar 2.24 Form Pertanyaan WG-SS

Sumber: <https://asiapacific.unfpa.org/en/washington-group-questions...>

Pada Long Form Sensus Penyandang Disabilitas, Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia mengukur tipe disabilitas menggunakan Washington Group Short Set atau WG-SS. WG-SS adalah seperangkat pertanyaan singkat kultur-netral yang dikembangkan oleh Washington Group on Disability Statistic (WG) untuk mendefinisikan dan mengukur disabilitas berdasarkan standarisasi global. *Framework* WG berorientasi pada International Classification of Functioning Disability and Health (ICF) dari WHO yang tidak hanya fokus pada diagnosis medis, melainkan pada kemampuan fisik, sosial, dan sikap individu dalam lingkungan. WG-SS mengklasifikasikan disabilitas menjadi empat tipe.

1. Disabilitas Tipe 1:
 - a. Minimal satu jawaban “agak kesulitan,”
 - b. Penyandang disabilitas gangguan fungsional ringan.
2. Disabilitas Tipe 2:
 - a. Minimal satu jawaban "banyak kesulitan" atau "tidak bisa sama sekali,"

- b. Atau dua jawaban "agak kesulitan,"
 - c. Penyandang disabilitas gangguan fungsional sedang.
3. Disabilitas Tipe 3:
- a. Minimal satu jawaban "banyak kesulitan" atau "tidak bisa sama sekali,"
 - b. Penyandang disabilitas gangguan fungsional berat,
 - c. Standarisasi tipe disabilitas yang digunakan untuk perbandingan internasional (contoh: SDGs)
4. Disabilitas Tipe 4:
- a. Minimal satu jawaban ""tidak bisa sama sekali,"
 - b. Penyandang disabilitas gangguan fungsional sangat berat,
 - c. Ketidakmampuan total pada aktivitas tertentu.

Pengukuran tingkat disabilitas WG-SS lebih menekankan pada tingkat kesulitan fungsional pada aktivitas sehari-hari. *Form* tersebut menjelaskan kondisi disabilitas yang tidak biner, melain sebuah spektrum yang diklasifikasi menjadi empat tipe. Pemahaman tersebut sejalan dengan prinsip *social model of disability*, yang melihat disabilitas sebagai hambatan yang muncul dari interaksi dengan lingkungan dan masyarakat, bukan hambatan individu dikarenakan kondisi tubuh. Hasil klasifikasi berdasarkan jawaban sulit – mudah bersifat subjektif terhadap pemahaman dan pengalaman individu yang bervariasi. Oleh karena itu forum WG-SS memberikan kerangka pengukuran yang lebih kontekstual terhadap disabilitas. Selanjutnya, pembahasan akan difokuskan pada dua kategori utama disabilitas penglihatan, yaitu tunanetra dan *low vision*, sebagai dasar perancangan kebutuhan aksesibilitas.

2.4.1.1 Tunanetra Fungsional dan Total

Tunanetra adalah kondisi penglihatan yang tidak memiliki persepsi cahaya sedikit (tunanetra fungsional) atau tidak sama sekali (tunanetra total), sehingga kesulitan atau tidak bisa membedakan antara terang atau gelap tanpa bentuk. Tunanetra umumnya disebabkan oleh kerusakan berat saraf (optik, retina, atau otak), penyakit bawaan LCA (*Leber Congenital Amaurosis*),

trauma fisik, hingga infeksi berat seperti glaukoma akut yang tidak ditangani. Penyandang tunanetra fungsional dan tunanetra total menggunakan kemampuan indra peraba dan pendengaran sebagai sumber akses informasi. Untuk beraktivitas individu membutuhkan pelatihan orientasi dan mobilitas untuk navigasi.

2.4.1.2 Low Vision

Low vision adalah kondisi penglihatan terbatas yang tidak sepenuhnya dapat diatasi dengan kacamata atau lensa, namun individu masih dapat mengenali cahaya, kontras, atau bentuk dalam situasi tertentu. Penyebab umum terjadinya *low vision* adalah degenerasi makula terkait usia atau AMD (*Age-related Macular Degeneration*), katarak stadium awal, kelainan retina genetik (*Retinitis Pigmentosa*), juga kondisi albinism, hingga ambliopia (mata malas). Penyandang disabilitas netra *low vision* menggunakan alat bantu untuk adaptasi dan orientasi karena sisa penglihatan yang bervariasi. Kondisi penglihatan *low vision* memungkinkan individu untuk mengakses informasi dalam bentuk visual dengan modifikasi (cahaya terang atau *font* besar) dan mungkin mengalami kendala mengenali wajah atau membaca rambu jauh.

Berdasarkan standar WG-SS dan ICF, disabilitas tidak hanya dilihat dari diagnosis medis, tetapi juga dari kemampuan individu dalam berinteraksi dengan lingkungan. Kemampuan mata menerima cahaya memengaruhi tingkat ketajaman visual atau lapang pandang. Kondisi gangguan penglihatan dapat dipengaruhi oleh faktor genetik, penyakit, kondisi medis, atau usia.

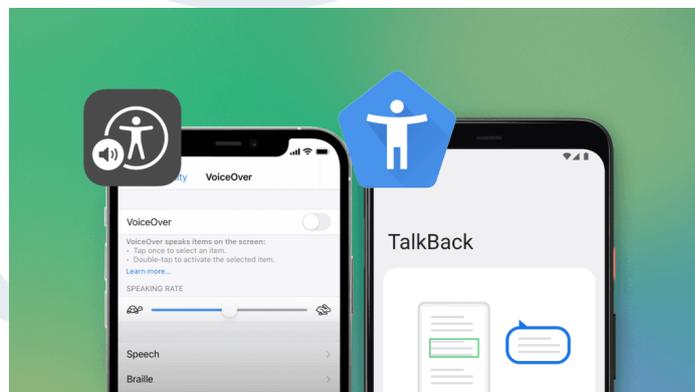
2.4.2 Teknologi Digital Asistif

Aksesibilitas pada media digital untuk pengguna dengan gangguan penglihatan didukung dengan adanya teknologi asistif untuk mengkonversikan konten berbentuk visual menjadi konten berbasis audio atau taktil. Teknologi digital asistif memberikan penyandang disabilitas netra mengakses informasi, menavigasi antarmuka, dan berinteraksi dengan perangkat digital secara

mandiri. Penulis membahas tiga Alat Teknologi Bantu (ATB) yang umum digunakan untuk membantu mengoperasikan aplikasi, yaitu pembaca layar, *text-to-speech*, dan braille digital.

2.4.2.1 Pembaca Layar (*Screen Reader*)

Pembaca layar atau *screen reader* adalah perangkat lunak yang menkonversi informasi pada layar menjadi format aksesibel bagi pengguna dengan gangguan penglihatan. Pembaca layar menerjemahkan teks, tombol, gambar, dan elemen lain pada layar menjadi bentuk braille, lisan, atau keduanya. Pada layar ponsel *screen reader* digunakan menggunakan jari dengan dua cara: *touch navigation* atau *swipe navigation* (Göransson, 2025). Navigasi sentuh dilakukan dengan gerak *drag* jari pada layar, *screen reader* akan membacakan informasi yang berada pada bawah jari. Navigasi geser dilakukan dengan menggeser kanan – kiri untuk berpindah antar elemen, layaknya tombol *tab* pada komputer.



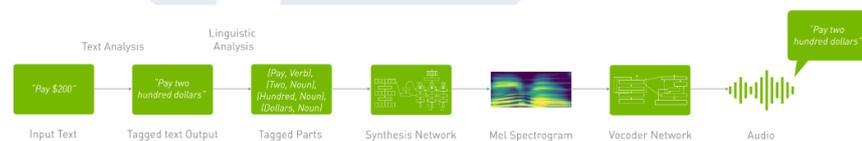
Gambar 2.25 Tampilan Halaman *Setup* VoiceOver dan TalkBack
Sumber: <https://unity.com/blog/engine-platform/mobile-screen...>

Teknologi digital asistif pembaca layar merupakan *tools* bawaan pada ponsel, yang berbeda berdasarkan sistem operasi ponsel pintar. TalkBack ditujukan pada perangkat android dan VoiceOver untuk perangkat iOS. VoiceOver pertama kali dirilis pada tahun 2009 oleh Apple yang dikembangkan oleh Mike Shebanek sebagai manajer produk, menciptakan tren aksesibilitas

yang dilanjutkan dengan rilisnya TalkBack pada tahun 2011 yang dikembangkan oleh google. Kedua *screen reader* memiliki fungsi yang sama, membantu pengguna dengan gangguan penglihatan berinteraksi dan menavigasi gawai melalui *feedback* lisan atau gestur.

2.4.2.2 Text-to-Speech (TTS)

Text-to-speech yang disebut juga sebagai TTS adalah teknologi asistif yang mengkonversi teks tertulis menjadi audio lisan. TTS dan *screen reader* memiliki fungsi yang sama, keduanya ditujukan untuk pengguna tunanetra atau memiliki *low vision*. TTS seringkali digunakan memberikan umpan balik pada aplikasi, narasi *e-book*, dan menciptakan versi lisan dari konten tertulis. Sistem TTS dapat digunakan oleh berbagai aplikasi dan perangkat, mulai dari ponsel pintar hingga mobil.



Gambar 2.26 Cara Kerja *Text-to-Speech* NVIDIA
Sumber: <https://www.nvidia.com/en-gb/glossary/text-to-speech/>

TTS bekerja dengan menganalisa konten teks mengikuti struktur algoritma lalu menghasilkan ucapan sintetis. Fungsi TTS terbatas hanya untuk membacakan teks secara lisan, tidak menawarkan bantuan navigasi, identifikasi elemen, dan kustomisasi pengaturan seperti *screen reader* yang komprehensif. Opsi kustomisasi pada perangkat lunak TTS hanya terbatas pada opsi suara dan nada bicara, sementara pembaca layar memberikan pengguna kebebasan menyesuaikan suara narrator, kecepatan bicara, tanda baca, bahasa, dan lebih banyak lagi opsi penyesuaian preferensi (*Differences Between TTS and Screen Readers* | *Microsoft Windows*, 2023).

2.4.2.3 Braille Digital

Braille digital disebut juga sebagai *electronic braille* atau *soft braille* adalah perangkat elektronik yang dapat menampilkan karakter braille menggunakan layar yang terhubung dengan komputer atau gawai yang dapat disegarkan (*refreshed*). Braille terdiri dari sel enam titik yang disusun dalam dua kolom yang masing-masing berisi tiga titik, karakter tersebut diwakilkan dengan pin yang dapat dinaikkan atau diturunkan agar pengguna dapat membaca konten melalui sentuhan.



Gambar 2. 27 Braille Digital Taktil

Sumber: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article...>

Braille display yang digunakan untuk tablet atau komputer merupakan *plugin* eksternal yang dapat menampilkan sebanyak 80 karakter dan terus berganti mengikuti gerak kursor pengguna (*Braille as Modern Digital Assistive Technology - New England College of Optometry, 2025*). Braille digital dalam bentuk tablet menampilkan sejumlah karakter yang ditampilkan sekaligus dalam satu layar yang berganti secara otomatis mengikuti navigasi progres membaca pengguna.

Aksesibilitas untuk penyandang disabilitas netra dalam media digital dapat dicapai menggunakan teknologi bawaan atau eksternal. Pembaca layar, TTS, dan braille digital merupakan alat konversi informasi visual menjadi informasi dalam bentuk lisan atau taktil. Ketiganya bekerja dengan mengikuti

alur navigasi pengguna, sehingga opsi mengatur preferensi bersifat krusial. Meski pada tampilan layar yang tidak dapat menampilkan informasi timbul, indra peraba tetap digunakan untuk mengakses informasi dalam bentuk tap dan gestur menggulir layar.

2.4.3 Kebutuhan Akses Transportasi Umum

Pada Pasal 18 tentang Hak Aksesibilitas untuk Penyandang Disabilitas meliputi hak mendapatkan aksesibilitas dan akomodasi untuk memanfaatkan fasilitas publik, hal ini termasuk moda transportasi umum. Transportasi umum dapat menyediakan akses untuk layanan dan barang-barang kebutuhan pokok yang dapat membantu meningkatkan kualitas hidup, penelitian oleh Blais and El-Geneidy (2014) menunjukkan bahwa orang dengan disabilitas yang memperoleh akses transportasi yang lebih luas dan mudah, memiliki rasa kesejahteraan yang lebih tinggi (Cochran, 2020, h.2). PBB menjelaskan bahwa akses transportasi yang memadai dapat mengubah rasa keterasingan dan ketergantungan menjadi integrasi sosial dan kemandirian (Arianto & Apsari, 2023, h.2).



Gambar 2.28 Kondisi Fasilitas Penunjang Transportasi Umum

Sumber: ITDP & GAUN (2022)

Bagi penyandang disabilitas, transportasi publik seringkali menjadi opsi utama akses berpagian, karena berdasarkan National Council on Disability (2015) batasan ekonomi yang menghambat penyandang disabilitas

untuk membeli kendaraan untuk diri sendiri, terutama kendaraan yang membutuhkan modifikasi (Cochran, 2020, h.2). Namun, infrastruktur fasilitas publik seringkali diciptakan mengikuti kebutuhan mayoritas penduduk yang merupakan *able-bodied* (Park & Chowdhury, 2022, h.17).

Penilaian aksesibilitas transportasi umum di Jakarta masih cenderung negatif, yang dapat membatasi keterlibatan mereka dalam kehidupan sosial dan ekonomi. Akses transportasi yang baik dapat mengatasi rasa keterasingan menjadi integrasi sosial, dan mengubah rasa ketergantungan menjadi kemandirian. Oleh karena itu orang dengan disabilitas yang memiliki akses transportasi memadai, memiliki tingkat kesejahteraan yang lebih tinggi dibanding dengan individu dengan akses transportasi yang buruk.

2.4.4 Tantangan dan Hambatan Aksesibilitas Fasilitas

Bagi komuter dengan disabilitas, perjalanan selalu dimulai dengan mencari informasi untuk memastikan ketersediaan akses, sebelum memutuskan kelayakan menaiki transportasi umum atau diperlukan alternatif moda (Park & Chowdhury, 2022, h.6). Namun, ketersediaan aksesibilitas yang memadai masih menjadi tantangan besar. Hal ini tercermin dalam Evaluasi Konsensus Transportasi Umum di Jakarta oleh ITDP dan Gaun, di mana aksesibilitas trotoar dan penyeberangan hanya mendapat nilai 3.3 dari lima, dengan angka satu berarti sangat sulit dan lima berarti sangat mudah. KRL bahkan menerima nilai 2.95, Transjakarta 3.19, dan MRTJ memiliki nilai paling tinggi 3.90. Secara keseluruhan, aksesibilitas transportasi umum di Jakarta masih belum optimal, sehingga komuter dengan disabilitas seringkali harus menghadapi kesulitan dalam merencanakan perjalanan mereka.

Menurut Park & Chowdhury (2022) hambatan yang dialami oleh komuter dengan disabilitas dapat diklasifikasikan dalam tiga kategori; *physical environment barriers* yaitu rintangan pada lingkungan fisik, *personal limitations* atau gangguan fungsional pada anatomi tubuh, dan *occupational* yaitu aktivitas yang perlu dilakukan (h.6). Hambatan akses transportasi umum arsitektural bagi penyandang disabilitas termasuk lift yang tidak bisa

digunakan, tangga yang terlalu tinggi, juga jalan yang licin dan berlubang, yang diatasi dengan penyediaan bidang miring, *guiding block*, dan trotoar ramah disabilitas, sehingga komuter disabilitas bisa bergerak dengan mandiri (Arianto & Apsari, 2023, h.13).

Hambatan intrinsik dapat ditemukan pada penyandang disabilitas yang belum familiar dan percaya diri, sehingga perjalanan menggunakan transportasi umum memunculkan rasa takut dan cemas, sehingga mereka sangat bergantung pada sumber eksternal untuk mengasah keterampilan bepergian (Cochran, 2020, h.4). Bagi Carlsson (2004) dan Havik et al., (2015) dalam penelitian Park & Chowdhury (2022), tiap bentuk disabilitas mengalami hambatan pada lingkungan perkotaan yang berbeda, rintangan utama bagi komuter dengan keterbatasan penglihatan penyajian informasi yang buruk, hambatan di jalur pejalan kaki, dan orientasi ruang publik, sementara bagi komuter dengan keterbatasan fisik, rintangan yang mereka hadapi terkait langsung dengan infrastruktur halte, layanan, dan kualitas trotoar (h.9-11).



Gambar 2.29 Fitur Layanan Ramah Disabilitas di MRT
 Sumber: <https://www.jakartamrt.co.id/sites/default/files...>

Transportasi umum menjadi pilihan utama metode bepergian bagi penyandang disabilitas yang memiliki batasan ekonomi untuk memodifikasi dan memiliki kendaraan pribadi. Pergerakan tersebut terbatas oleh bentuk

infrastruktur yang didesain hanya mengikuti keperluan komuter non-disabilitas, sehingga komuter disabilitas perlu melewati tahapan tambahan dalam mengakses kendaraan umum, mencari informasi ketersediaan akses sebelum memutuskan kelayakan menaiki transportasi umum.

Bentuk tantangan yang dihadapi komuter dengan gangguan penglihatan adalah kondisi infrastruktur. Fasilitas penunjang yang diperlukan penyandang disabilitas netra adalah *guiding block* dan informasi audio. Keterhambatan yang dialami komuter disabilitas dapat dikategorikan menjadi tiga: rintangan fisik, gangguan fungsional tubuh, dan gerak aktivitas. Sementara bentuk hambatan tersebut dapat dibagi menjadi dua: hambatan arsitektural dan hambatan intrinsik.

2.5 Penelitian yang Relevan

Untuk memperkuat landasan penelitian dan menunjukkan kebaruan penelitian terdahulu.

Tabel 2.1 Tabel Penelitian yang Relevan

No.	Judul Penelitian	Penulis	Hasil Penelitian	Kebaruan
1.	A Friendly Indoor Navigation App for People with Disabilities (FIND)	Farzaneh Shahini, Maryam Zahabi, Vanessa Nasr	Perancangan aplikasi <i>wayfinding</i> navigasi pada ruang <i>indoor</i> untuk pengguna dengan berbagai disabilitas (penglihatan, pendengaran, mobilitas, dan kognitif).	Diperlukan <i>interface yang berbeda</i> untuk jenis disabilitas yang berbeda Diperlukan fitur <i>error prevention</i> berupa konfirmasi ulang aksi <i>Visual feedback</i> perlu terlihat secara jelas

2.	Large-scale, Longitudinal, Hybrid Participatory Design Program to Create Navigation Technology for the Blind	Daeun Joyce Chung, Muya Guoji, Nina Mindel, Alexis Malkin, Fernando Alberotrio, Shane Lowe, Chris McNally, Casandra Xavier, Paul Ruvolo	Perancangan aplikasi navigasi yang mendukung <i>mapping</i> untuk ruang <i>indoor</i> dan <i>outdoor</i> tanpa <i>hardware</i> yang terinspirasi dari GPS untuk pengguna dengan disabilitas Netra (Lazarillo, BlindSquare, Clew) dan <i>infrastructure mapping</i> Google dan Apple Maps.	Pengalaman navigasi dapat ditingkatkan dengan <i>feedback haptik, audio, dan speech cues</i> Diperlukan indikasi audio yang menandakan posisi direksi Fitur merekam rute dan peta untuk lintas perangkat dan pengguna Terdapat dua <i>interface</i> untuk <i>invisible map dan map creator</i>
3.	Seamless Wayfinding by a Deafblind Adult on an Urban College Campus: A Case Study on Wayfinding Performance, Information Preferences, and Technology Requirements	Martin Swobodzinski, Amy T. Parker, Julie D. Wright, Kyrsten Hansen, and Becky Morton	Studi kasus kinerja penunjuk jalan untuk partisipan disabilitas ganda buta-tuli melalui tiga rute perjalanan <i>indoor-outdoor</i> yang berbeda. Perjalanan diarahkan dengan aplikasi ponsel petunjuk jalan, petunjuk tertulis,	Penempatan titik waypoints secara otomatis pada aplikasi tidak intuitif Partisipan ingin menggunakan <i>wayfinding technology</i> yang tidak menarik perhatian dan tidak membatasi

			dan peta sentuh (<i>tactile map</i>).	persepsi ruang dengan instruksi ketat
--	--	--	--	--

Berdasarkan temuan dari penelitian terdahulu yang penulis temukan terkait aplikasi navigasi dan efektivitasnya, mencakup *user feedback* yang relevan dan infrastruktur yang intuitif. Terdapat beberapa kebaruan yang dapat diimplementasikan seperti *interface* berbeda untuk kebutuhan disabilitas berbeda. Selain itu penulis perlu memprioritaskan *error prevention* dan isyarat audio yang mudah dimengerti. Indikasi audio perlu menjelaskan status aplikasi dan status pengguna dengan intuitif. Fitur menyimpan rute lintas perangkat dan pengguna juga merupakan kebaruan menarik yang dapat ditambahkan untuk meningkatkan pengalaman pengguna. Dengan menggabungkan fitur-fitur yang ramah interaksi, tidak ambigu, dan sederhana, aplikasi diharapkan dapat beroperasi dengan optimal membantu membimbing perjalanan komuter disabilitas mengakses transportasi umum dengan mandiri.

