

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Desain Interaksi

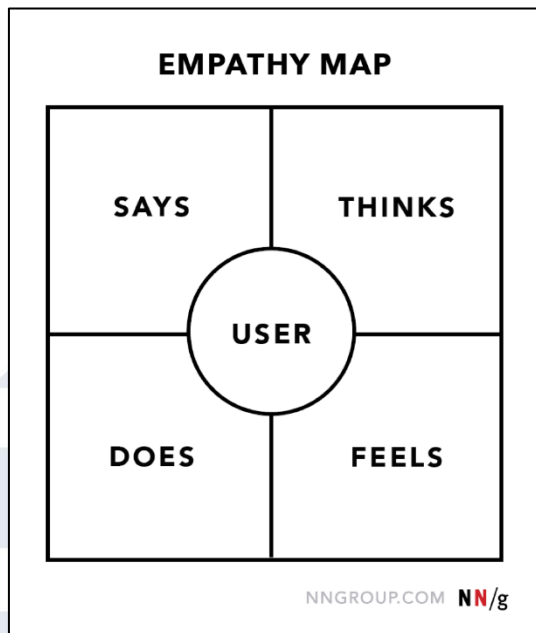
Desain interaksi dapat dipahami sebagai desain interaksi antara pengguna dan produk. Istilah ini umumnya merujuk pada produk perangkat lunak, seperti aplikasi atau *website*. Tujuan dari desain interaksi adalah untuk menciptakan produk yang memungkinkan pengguna mencapai tujuan mereka dengan cara yang paling efektif (Interaction Design Foundation, 2025, p. 52). Oleh karena itu desain interaksi untuk topik yang sedang dibahas perlu dipertimbangkan dengan matang aspek *user experience* (UX) dan *user interface* (UI) kemudian di sesuaikan untuk diterapkan ke media aplikasi *mobile*.

2.1.1 User Experience (UX)

Secara umum, *user experience* (UX) adalah bagaimana pengguna merasa saat menggunakan suatu produk atau layanan. Dalam kebanyakan kasus, produk tersebut akan berupa aplikasi atau *website* dalam bentuk apa pun. Setiap interaksi antara manusia dan objek memiliki *user experience* yang terkait, namun secara umum, praktisi UX tertarik pada hubungan antara pengguna manusia dan komputer dengan produk yang berbasis komputer seperti aplikasi dan *website* (Interaction Design Foundation, 2025, p. 5). Untuk merancang sebuah *user experience* yang baik dan efisien penulis perlu untuk memahami *empathy map*, *user persona*, *user journey*, *information architecture*, *user flow*, *wire frame*, *ux writing*, hukum Hick, dan *aesthetic usability effect*.

2.1.1.1. Empathy Map

Empathy map adalah visualisasi kolaboratif yang digunakan untuk menggambarkan apa yang kita ketahui tentang jenis pengguna tertentu. Peta ini mengekspresikan pengetahuan tentang pengguna untuk menciptakan pemahaman bersama tentang kebutuhan pengguna dan membantu dalam pengambilan keputusan.



Gambar 2.1 Bentuk Emphaty Map
 Sumber: <https://www.nngroup.com/articles/...>

Secara umum, *emphathy map* dibagi menjadi 4 kuadran (*Says*, *Thinks*, *Does*, dan *Feels*), dengan pengguna atau *persona* berada di bagian tengah. *Emphathy map* memberikan gambaran tentang siapa pengguna secara keseluruhan dan tidak bersifat kronologis atau berurutan (Gibbons, 2018). Dapat disimpulkan bahwa *emphaty map* adalah penggambaran target pengguna secara dasar, dari situ *emphathy map* dapat berperan sebagai dasar dari sebuah perancangan *user persona* yang realistis dan relevan dengan kebutuhan target pengguna.

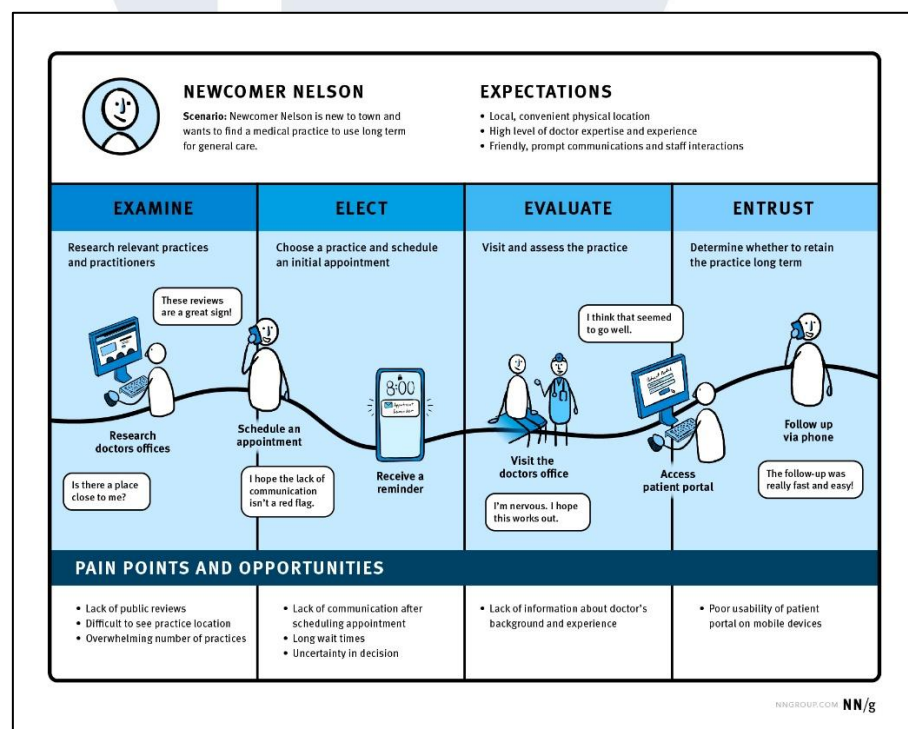
2.1.1.2. *User Persona*

User persona adalah karakter fiktif yang dikembangkan berdasarkan riset untuk mewakili berbagai jenis pengguna yang mungkin menggunakan layanan, produk, situs web, atau merek dengan cara yang serupa. Pembuatan *user persona* membantu desainer memahami kebutuhan, pengalaman, perilaku, dan tujuan pengguna mereka. Dengan keluar dari perspektif mereka sendiri, desainer dapat menyadari bahwa individu yang berbeda memiliki kebutuhan dan ekspektasi yang bervariasi. Proses ini juga memfasilitasi empati, memungkinkan desainer

untuk lebih memahami target pengguna untuk desain yang mereka ciptakan (Dam & Siang, 2025).

2.1.1.3. *User Journey*

User journey, yang juga dikenal sebagai *customer journey*, adalah urutan langkah-langkah berbasis skenario yang diambil oleh pengguna untuk mencapai tujuan tingkat tinggi dengan suatu perusahaan atau produk. Proses ini biasanya berlangsung melalui berbagai saluran dan dalam jangka waktu tertentu. Memetakan *user journey* memerlukan pemahaman tentang pengalaman pengguna di berbagai titik interaksi. Hal ini karena pengguna sering kali berinteraksi dengan saluran-saluran atau sumber informasi yang berbeda-beda sepanjang perjalanan pengguna mereka (Kaplan, 2023).



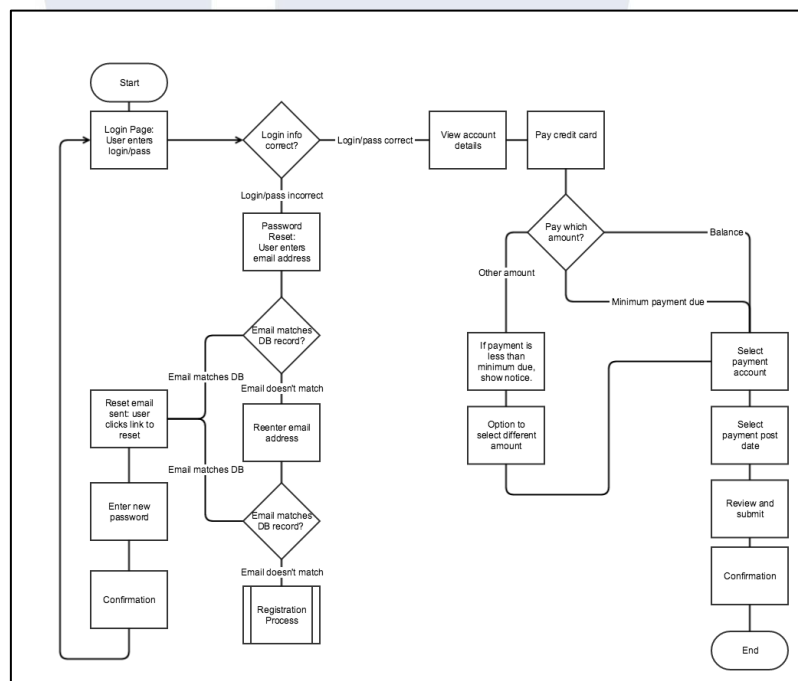
Gambar 2.2 Contoh Penggambaran *User Journey* dengan *Journey Map*
 Sumber: [https://www.nngroup.com/articles/...](https://www.nngroup.com/articles/)

User journey dapat divisualisasikan oleh *journey map* yang merupakan alat umum untuk memvisualisasikan perjalanan pengguna. Berfungsi sebagai narasi dan deskripsi yang komprehensif, *journey map*

yang efektif tidak hanya menggambarkan langkah-langkah yang diambil untuk mencapai tujuan, tetapi juga menyajikan cerita yang berpusat pada pengguna tentang seluruh proses (Kaplan, 2023).

2.1.1.4. *User flow*

User flow adalah serangkaian interaksi yang telah ditentukan yang menggambarkan langkah-langkah ideal yang diambil pengguna untuk menyelesaikan tugas tertentu dalam satu produk. Berbeda dengan *user journey*, yang memiliki tujuan yang luas, *user flow* jauh lebih rinci dan berfokus pada tujuan yang spesifik. Tujuan-tujuan yang terdapat di *user flow* dicapai dalam waktu singkat, biasanya dalam hitungan menit atau jam, dengan jumlah interaksi yang terbatas.

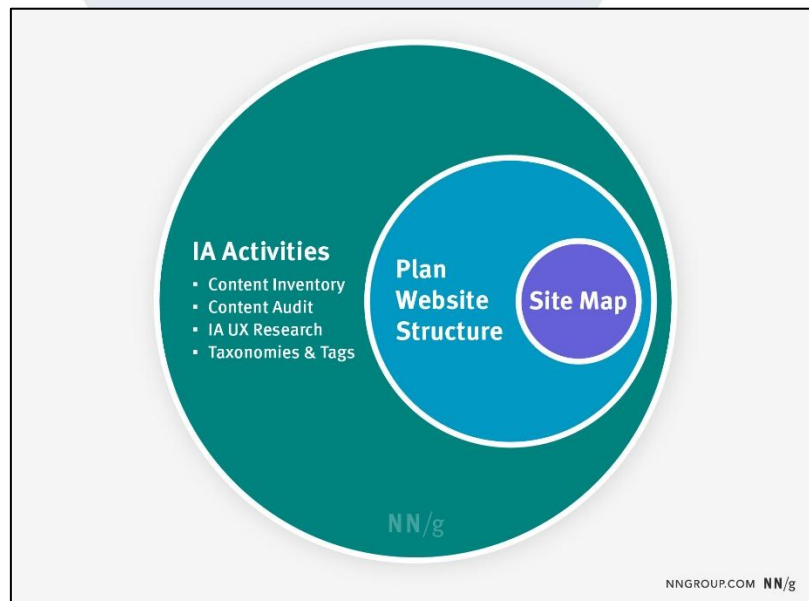


Gambar 2.3 Contoh Penggambaran *Flow Chart*
Sumber: <https://www.nngroup.com/articles/...>

User flow sering kali divisualisasikan menggunakan artefak seperti *low fidelity wireflow*, *flow chart*, atau *task diagrams*. Penggambaran *user flow* menangkap langkah-langkah kunci pengguna dan respons sistem, tetapi, berbeda dengan *user journey*, karena tidak memasukkan emosi atau pikiran pengguna selama proses tersebut.

2.1.1.5. *Information Architecture*

Information Architecture (IA) merujuk pada dua konsep yang berbeda namun saling terkait. Pertama, IA adalah praktik yang mengorganisir dan memelihara konten situs web, mendefinisikan hubungan antara elemen-elemen konten, serta menentukan cara konten ditampilkan secara visual dalam navigasi sebuah aplikasi. Kedua, IA menggambarkan struktur aktual dari aplikasi itu sendiri, termasuk organisasinya dan konvensi penamaan yang digunakan untuk elemen navigasinya. Pada dasarnya, Arsitektur Informasi adalah cara informasi diorganisir, disusun, dan disajikan. Tujuan utama pengembangan IA adalah untuk menciptakan sistem pengetahuan yang logis dan intuitif yang memudahkan pengguna menemukan dan mengakses konten (Tankala, 2023).



Gambar 2.4 Praktik Penggunaan IA
Sumber: <https://www.nngroup.com/articles/...>

IA berfungsi sebagai fondasi awal, menetapkan struktur dan organisasi keseluruhan konten situs web. Setelah IA ditetapkan dengan jelas, peta situs (*sitemap*) dibuat untuk mewakili struktur tersebut secara visual. *Sitemap* memberikan gambaran menyeluruh tentang semua konten di situs dan menggambarkan bagaimana halaman-halaman saling

terhubung. Perbedaan antara IA dan *sitemap* adalah bahwa IA merupakan abstraksi, sedangkan *sitemap* adalah artefak konkret. IA mewakili organisasi konseptual konten, yang dihasilkan dari proses detail dalam mendefinisikan hubungan konten, mengelompokkan informasi secara logis, dan mempertimbangkan bagaimana struktur ini akan memengaruhi navigasi situs. Sebaliknya, *sitemap* adalah diagram visual yang konkret dan dapat dengan mudah dibagikan kepada pemangku kepentingan untuk menjelaskan organisasi konten (Tankala, 2023).

2.1.1.6. Wireframe

Tujuan utama dari *wireframe* adalah untuk menciptakan representasi visual alur kerja sebuah *website* atau aplikasi *mobile*. Berbeda dengan *high fidelity prototype*, *wireframe* secara sengaja menghilangkan warna, grafis, dan konten detail untuk menghindari gangguan. Sebaliknya, *wireframe* berfokus pada menggambarkan struktur, tata letak, dan fungsionalitas halaman, yang membantu dalam merencanakan pengalaman pengguna. Prinsip utama dalam pembuatan *wireframe* adalah mengorganisir konten secara logis sehingga tata letak memandu pengguna melalui informasi, menghasilkan pengalaman menjelajah yang intuitif dan menyenangkan (Soegaard, 2025).



Gambar 2.5 Contoh *Wireframe* Aplikasi *Mobile*

Sumber: [https://www.interaction-design.org/literature/...](https://www.interaction-design.org/literature/)

Konten keseluruhan *wireframe* terbagi menjadi beberapa elemen kunci. Logo, yang mewakili identitas merek, biasanya ditempatkan di sudut atas halaman untuk menonjolkan kehadiran merek

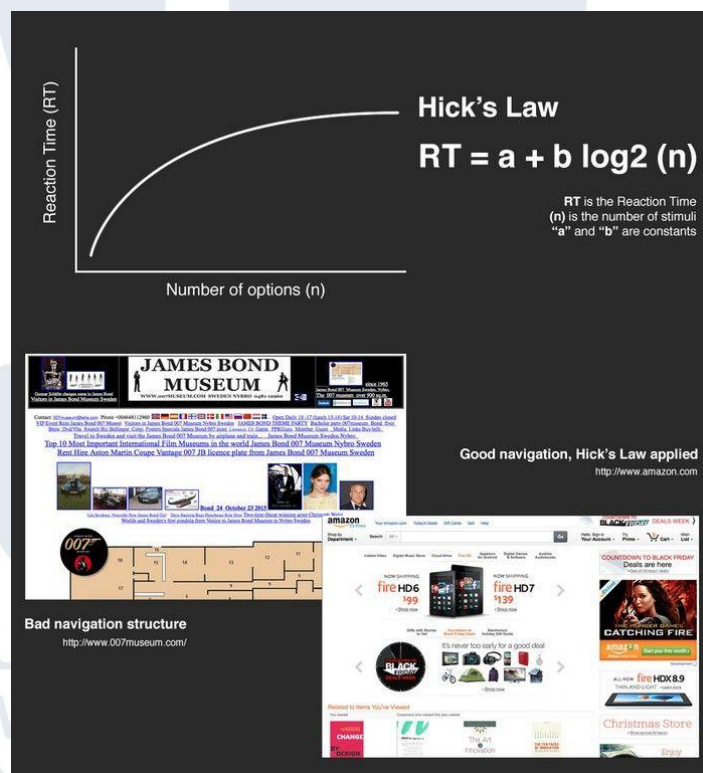
dan membangun kepercayaan pengguna. Navigasi membantu pengguna menjelajahi bagian-bagian berbeda dari situs atau aplikasi, sering muncul sebagai *menu* atau *sidebar* untuk mengarahkan mereka ke bagian dan fitur utama. Untuk situs dengan konten yang padat, *search bar* sangat penting, yang berfungsi untuk memungkinkan pengguna menemukan konten spesifik dengan mengetik atau, jika didukung, berbicara. Blok teks digunakan sebagai tempat penampung untuk konten teks seperti judul, paragraf, dan poin-poin. Tombol mendorong pengguna untuk melakukan tindakan seperti “Kirim” atau “Selanjutnya,” menjadikannya vital untuk ajakan bertindak. *Image placeholder* berfungsi sebagai area untuk visual, membantu menyeimbangkan konten dan elemen visual halaman (Soegaard, 2025).

2.1.1.7. *UX Writing*

UX writing adalah praktik menyusun informasi yang dirancang dengan cermat untuk menanggapi konteks, kebutuhan, dan perilaku pengguna. Keterampilan yang terlibat dalam jenis penulisan ini serupa dengan yang diperlukan untuk desain visual atau interaksi, dengan perbedaan utama bahwa penulis UX menggunakan kata-kata, bukan elemen visual, untuk berkomunikasi dengan pengguna sepanjang pengalaman mereka (Kaley, 2024). Terlebih lagi, *UX writing* yang optimal diperlukan karena para pengguna umumnya lebih sering memindai konten (*scanning*) daripada membacanya secara linier. Meskipun jarang ada pengguna yang membaca seluruh teks di halaman, bahkan ketika mereka melakukannya, pola pembacaan pengguna tidak sepenuhnya berurutan. Pengguna cenderung melompat-lompat di dalam halaman, melewati beberapa konten, kemudian kembali ke bagian sebelumnya, dan memindai ulang informasi yang sudah dilihat sebelumnya (Moran, 2020).

2.1.1.8. Hick's Law

Hukum Hick menyatakan bahwa waktu yang dibutuhkan pengguna untuk membuat keputusan meningkat secara logaritmik seiring dengan bertambahnya jumlah pilihan yang tersedia. Prinsip ini didefinisikan oleh rumus $\{RT = a + b \log_2(n)\}$, di mana RT mewakili waktu reaksi, n adalah jumlah stimulus atau pilihan yang ditampilkan, dan a serta b adalah konstanta yang dapat diukur dan bergantung pada tugas spesifik serta kondisinya. Misalnya, a dapat mewakili waktu yang dihabiskan untuk mencari hadiah di *website e-commerce*, sementara b dapat melambangkan layar *chat* obrolan dengan anggota keluarga yang memengaruhi keputusan pembelian hadiah tersebut (Soegaard, 2020).



Gambar 2.6 Rumus dan Penerapan Hick's Law
Sumber: [https://www.interaction-design.org/literature/...](https://www.interaction-design.org/literature/)

Secara umum, penerapan Hukum Hick cukup sederhana yaitu dengan mengurangi jumlah pilihan yang akan mempercepat proses pengambilan keputusan dan dapat mengurangi beban mental ini, namun desainer juga harus menyertakan petunjuk kontekstual untuk membantu

pengguna mengidentifikasi opsi yang tersedia dan menentukan relevansi informasi dengan tugas yang ingin mereka selesaikan. Setiap pengguna memiliki tujuan spesifik, baik itu untuk membeli produk, memahami topik, atau sekadar mempelajari lebih lanjut tentang konten. Oleh karena itu, proses reduksi atau menghilangkan elemen yang tidak membantu pengguna mencapai tujuannya merupakan bagian krusial dari proses desain. Semakin sedikit pengguna harus memikirkan langkah-langkah yang diperlukan untuk mencapai tujuannya, semakin besar kemungkinan mereka berhasil (Yablonski, 2020, p. 33).

2.1.1.9. *Aesthetic Usability Effect*

Aesthetic Usability Effect merujuk pada kecenderungan pengguna untuk menganggap produk yang secara visual menarik sebagai lebih mudah digunakan. Efek ini menunjukkan bahwa ketika desain terlihat bagus, hal itu dapat membuat orang mengabaikan atau lebih toleran terhadap masalah UX yang minor. Pengguna cenderung percaya bahwa hal-hal yang lebih menarik juga akan berfungsi lebih baik, meskipun hal ini tidak selalu benar dalam hal efektivitas atau efisiensi sebenarnya. Oleh karena itu, desain UI yang estetik layak untuk dipertimbangkan dengan signifikan. Desain visual yang menarik bagi pengguna membuat *website* atau aplikasi terlihat rapi, terancang dengan baik, dan profesional. Pengguna lebih cenderung mencoba *website* atau aplikasi yang menarik secara visual, dan mereka lebih sabar terhadap masalah kecil. Namun, efek ini paling kuat ketika estetika mendukung dan memperkuat konten dan fungsionalitas (Moran, 2024).

Dari penjabaran teori di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa perancangan *user experience* (UX) yang efektif dan baik didasari dari proses yang terstruktur dengan diawali dari tahap fundamental untuk memahami pengguna secara mendalam melalui alat-alat seperti *empathy map*, *user persona*, dan *user journey*. Pemahaman tersebut kemudian ditransformasikan menjadi kerangka kerja produk yang logis dan visual melalui penerapan

information architecture, *user flow*, dan *wireframe*. Selanjutnya, aspek interaksi dan presentasi disempurnakan dengan mengacu pada prinsip-prinsip psikologis seperti Hukum Hick dan *Aesthetic Usability Effect*, serta didukung oleh komunikasi yang jernih melalui praktik *UX writing*. Keseluruhan konsep ini akan menjadi landasan teoretis yang kokoh bagi penulis dalam merancang dan mengembangkan aplikasi pelacak jejak karbon, untuk memastikan produk akhir yang tidak hanya fungsional, tetapi juga intuitif, efisien, dan memberikan pengalaman positif bagi pengguna.

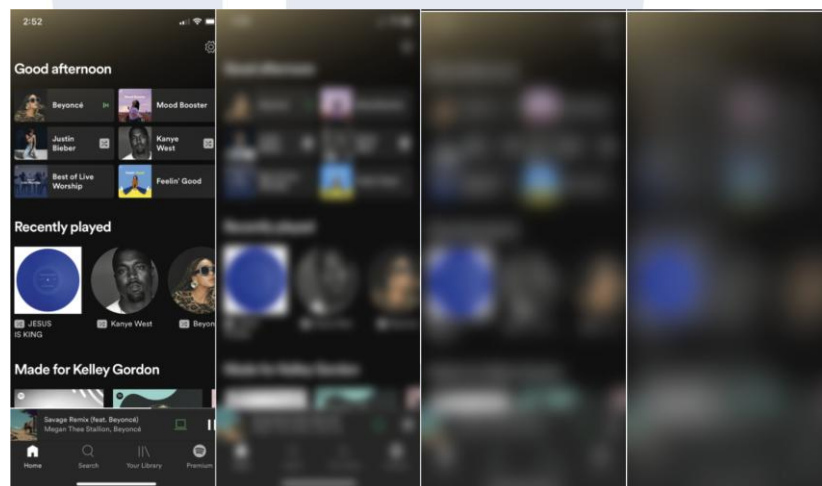
2.1.2 User Interface (UI)

Desain *User Interface* (UI) adalah praktisi yang berfokus pada tampilan dan nuansa keseluruhan suatu desain, dengan tujuan menciptakan bagian penting dari *user experience*. Proses desain UI melibatkan pembuatan antarmuka untuk perangkat lunak atau perangkat komputer, dengan penekanan khusus pada estetika dan gaya. Meskipun desain UI sering kali merujuk pada antarmuka pengguna grafis, UI juga mencakup bentuk lain, seperti antarmuka yang dikendalikan suara. Selain itu, desain UI harus menyenangkan, atau setidaknya memuaskan dan bebas dari frustrasi. Ketika desain mempertimbangkan kebutuhan pengguna, desain tersebut dapat memberikan pengalaman yang lebih personal dan imersif, yang dapat memuaskan pengguna dan mendorong mereka untuk kembali. Elemen gamifikasi juga dapat diintegrasikan ke dalam desain UI untuk membuat desain lebih menarik (Interaction Design Foundation - IxDF, 2016). Untuk merancang *user interface* yang baik dan efisien, penulis perlu memperhatikan hierarki visual, komposisi, warna, tipografi, *readability*, *imagery*, dan *progressive disclosure*.

2.1.2.1 Hierarki Visual

Hierarki visual merujuk pada penyajian strategis elemen visual pada tata letak tertentu. Efektivitasnya dapat dievaluasi berdasarkan tiga karakteristik utama. Pertama adalah *clarity*, yang mengukur seberapa baik desain menyampaikan informasi yang dimaksudkan oleh desainer. Selanjutnya, *actionability* yang menggambarkan kemampuan pengguna

untuk secara intuitif memahami tindakan apa yang harus mereka lakukan pada layar tertentu. Karakteristik terakhir adalah *affordance*, yang berarti penampilan atau perilaku suatu elemen menyiratkan fungsinya. Misalnya, tombol yang tampak sedikit tiga dimensi (menonjol) dapat memberikan petunjuk visual bahwa tombol tersebut dapat diklik (Tidwell et al., 2020, p. 506). Penelitian oleh Gordon (2021a) menyatakan bahwa, penerapan hierarki visual dapat di uji dengan menggunakan teknik sedikit memburamkan desain untuk menilai kelompok dan hierarki yang disampaikan. Metode ini secara efektif menyoroti elemen-elemen mana yang ditonjolkan dalam desain, sehingga mengungkapkan struktur dasarnya.



Gambar 2.7 Uji Coba Penerapan Hierarki Visual di Aplikasi Spotify
Sumber: <https://www.nngroup.com/articles/...>

Dalam contoh Spotify yang disediakan, memburamkan desain tingkatan pertama (kiri tengah) dan kedua (kanan tengah) menunjukkan bahwa kelompok konten berfungsi sesuai tujuan, dengan bagian “*Recently Played*” tetap menjadi elemen paling menonjol meskipun teksnya tidak terbaca. Namun, saat di buramkan di tingkat akhir (kanan) mengungkapkan hierarki yang tidak diinginkan, di mana satu item yang baru saja diputar menjadi elemen paling menonjol di halaman karena warnanya yang kuat (biru). Efek ini juga terlihat dalam tangkapan layar asli tanpa pemburaman. Contoh ini menekankan pentingnya

mempertimbangkan konten aktual yang akan mengisi desain, bukan hanya mendesain *template* atau *placeholder*-nya. Misalnya, foto berita dengan warna yang sangat mencolok dapat mendominasi halaman utama berita, meskipun dimaksudkan untuk mengilustrasikan cerita sekunder. Hal ini menyarankan bahwa editor harus mempertimbangkan implikasi pengalaman pengguna dari pilihan konten mereka (Gordon, 2021a).

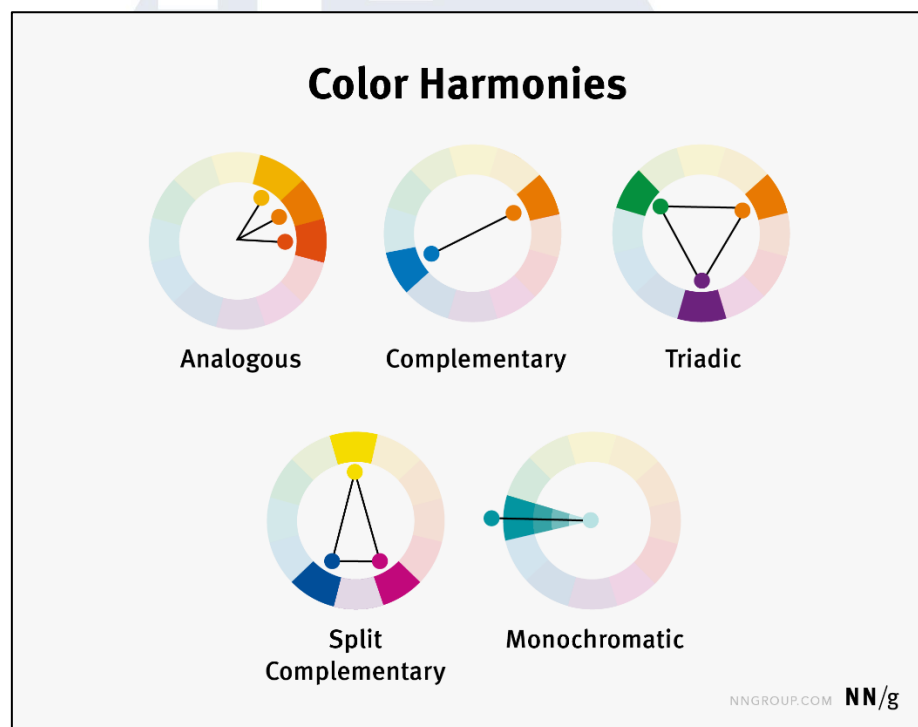
2.1.2.2 Komposisi

Komposisi merujuk pada penataan dan proporsi elemen dalam desain visual. Dua prinsip utama komposisi adalah konsistensi dan *alignment*. Konsistensi mengharuskan elemen visual muncul secara terprediksi dan seragam, menggunakan bahasa visual yang konsisten. Misalnya, jika sebuah *icon* digunakan dalam UI, *icon* yang sama harus selalu mewakili fungsi yang sama. Prinsip yang sama berlaku untuk bahasa yang digunakan di seluruh UI. *Alignment* memastikan elemen di layar tetap berada pada posisi tetap di berbagai jenis dan bentuk layar. Perubahan acak pada penyelarasan teks, seperti berganti antara penyelarasan kiri, kanan, atau tengah, menciptakan ketidakharmonisan yang berdampak negatif pada keterbacaan dan pemahaman desain produk digital (Tidwell et al., 2020, p. 506).

2.1.2.3 Warna

Warna adalah salah satu elemen paling langsung yang dirasakan pengguna dalam sebuah desain, bersama dengan bentuk dan pola dasar. Saat membuat skema warna untuk antarmuka, hal pertama yang harus dipastikan adalah teks tetap mudah dibaca, aturan utama adalah selalu menggunakan latar depan gelap di atas latar belakang terang, atau sebaliknya. Selain itu, jika desain menggunakan warna merah atau hijau untuk menandakan perbedaan kritis, perbedaan warna ini harus diperkuat dengan bentuk yang berbeda atau teks, karena sekitar 10% pria dan 1% wanita memiliki bentuk tertentu dari buta warna. Beberapa kombinasi warna juga harus dihindari, seperti teks biru cerah

di latar belakang merah cerah, karena warna yang bersifat komplementer ini dapat menyebabkan kelelahan mata jika digunakan secara signifikan (Tidwell et al., 2020, p. 507). Meskipun teks hitam di latar belakang putih umumnya lebih nyaman bagi mata, latar belakang putih dapat menghasilkan cahaya latar yang melelahkan, terutama pada tablet. Oleh karena itu, latar belakang berwarna yang lebih gelap dapat digunakan untuk mengurangi cahaya latar ini, terutama ketika ada banyak *white space* di sekitar konten atau elemen UI (Tidwell et al., 2020, p. 508).



Gambar 2.8 Palet Harmoni Warna
Sumber: <https://www.nngroup.com/articles/...>

Terlebih lagi, penelitian oleh Gordon (2021b), yang membahas mengenai konsep harmoni warna dengan arti, sejumlah warna yang secara visual menyenangkan saat digunakan bersama. Harmoni warna dapat dianggap sebagai blok bangunan dari palet warna. Contoh umum termasuk warna *analogous*, yang terletak berdampingan di roda warna dan menciptakan kontras warna yang rendah. Warna *complementary* terletak berlawanan langsung di roda warna, menghasilkan tingkat kontras warna yang tinggi. Harmoni *split-*

complementary menggunakan warna dasar yang dikombinasikan dengan dua warna di kedua sisi warna *complementary*-nya, yang sedikit menghaluskan kontras dibandingkan dengan skema *complementary* dasar. Harmoni *triadic* terdiri dari tiga warna yang berjarak sama (120 derajat) pada roda warna. Terakhir, harmoni *monochromatic* terdiri dari berbagai nada dan bayangan dari satu warna tunggal.

2.1.2.4 Tipografi

Tipografi adalah komponen mendasar dari hampir setiap pengalaman digital. Pemahaman akan tipografi menghasilkan peningkatan keterbacaan dan, akibatnya, tingkat kegunaan UI. Selain itu, pemahaman akan tipografi membantu meningkatkan desain secara visual, tampil lebih profesional, menciptakan identitas merek yang lebih konsisten, dan mengurangi kebutuhan akan revisi dan pengulangan yang memakan banyak sumber daya (Gibbons & Fessenden, 2024). Terlebih lagi, terdapat beberapa klasifikasi jenis huruf yang sangat relevan dengan desain digital.



Gambar 2.9 Klasifikasi *Typeface Serif*
Sumber: <https://www.nngroup.com/articles/...>

Jenis huruf *serif* dicirikan oleh garis-garis kecil atau kurva di ujung huruf. Jenis huruf ini biasanya digunakan untuk membaca teks dalam jumlah besar karena *serif* dianggap memandu pembaca secara halus dari satu huruf ke huruf lainnya, sehingga pengalaman membaca tidak terlalu membebani mata (Tidwell et al., 2020, p. 518).



Gambar 2.10 Klasifikasi *Typeface Sans Serif*
 Sumber: <https://www.nngroup.com/articles/...>

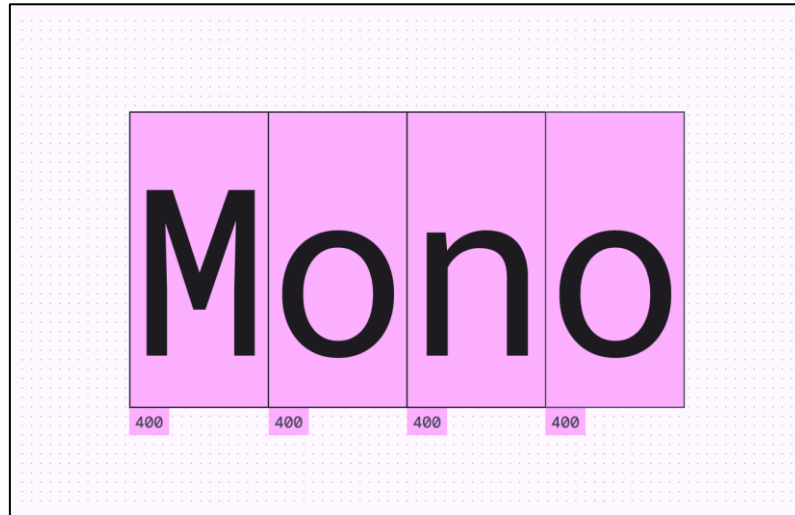
Sebaliknya, *typeface sans serif* tidak memiliki garis-garis kecil di ujung huruf. Mereka cenderung memiliki tampilan yang lebih kontemporer, dan hurufnya sering kali mempertahankan keterbacaan pada ukuran yang lebih kecil, yang merupakan alasan utama mereka sering digunakan dalam desain UI (Tidwell et al., 2020, p. 519).



Gambar 2.11 Klasifikasi *Typeface Display*
 Sumber: <https://m3.material.io/styles/...>

Jenis klasifikasi *typeface display*, yang dapat berupa *serif* atau *sans serif*, dirancang untuk digunakan pada ukuran yang sangat besar. Jenis huruf ini efektif untuk membangun tampilan dan nuansa merek dalam *headline/heading* atau logo, tetapi tidak cocok untuk tulisan *body* di keseluruhan desain UI. *Typeface display* dapat menjadi berlebihan dan

kehilangan keterbacaan ketika digunakan secara berlebihan atau ketika ukurannya diperkecil (Tidwell et al., 2020, p. 520).



Gambar 2.12 Klasifikasi *Typeface Monospace*
Sumber: <https://m3.material.io/styles/...>

Terakhir, *typeface monospace* adalah *typeface* yang setiap karakternya menempati jumlah ruang horizontal yang sama, terlepas dari lebar karakter yang sebenarnya. Jenis *typeface* ini umum digunakan pada masa-masa awal komputasi dan masih digunakan pada antarmuka layar LED, layar mobil di dasbor, dan antarmuka alat, terutama di mana angka merupakan konten utama atau di mana *rendering* teks yang lebih canggih tidak memungkinkan (Tidwell et al., 2020, p. 521).

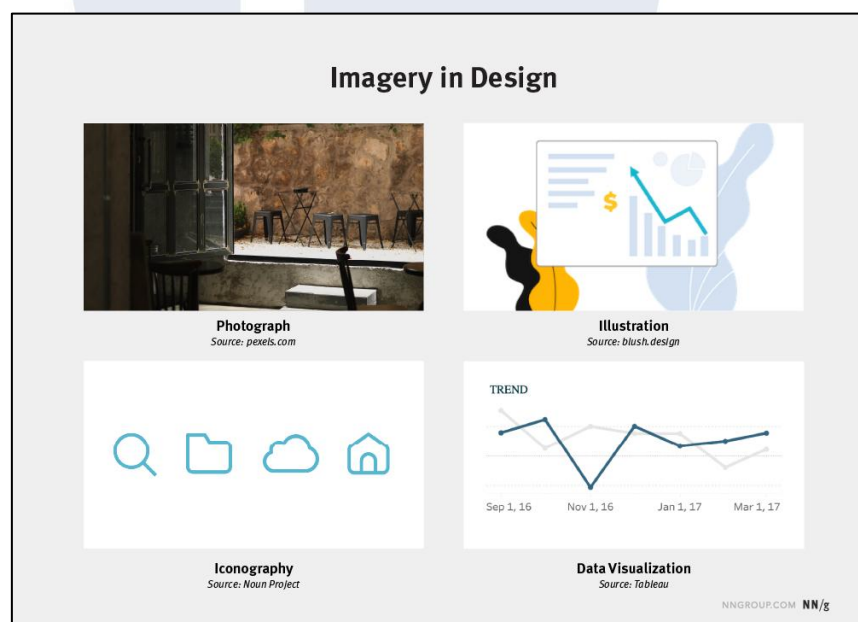
2.1.2.5 *Readability*

Pada tampilan layar, *typeface sans serif* sering kali berkinerja lebih baik pada ukuran titik yang sangat kecil daripada *typeface serif*, yang biasanya lebih mudah dibaca untuk *body text* dalam bentuk cetak. Hal ini karena pixel tidak cukup besar untuk merender *serif* kecil dengan baik, meskipun beberapa *font serif* seperti Georgia merupakan pengecualian. Selain itu, huruf miring, kursif, atau huruf hias lainnya sebaiknya dihindari karena tidak dapat dibaca pada ukuran kecil. Font yang sangat geometris, seperti Futura, juga cenderung sulit dibaca pada ukuran titik yang kecil karena huruf yang melingkar (e, c, d, o, dll.) sulit

dibedakan. Terlebih lagi, huruf kapital dapat terlalu sulit untuk dibaca pada *body text* karena huruf kapital cenderung terlihat mirip dan tidak mudah dibedakan. Terakhir, untuk teks dalam jumlah besar, yang terbaik adalah mengaturnya dalam kolom dengan lebar sedang, dengan rata-rata sekitar 10-12 kata per baris (Tidwell et al., 2020, p. 529).

2.1.2.6 Imagery

Imagery sangat penting untuk melibatkan pengguna dan membantu mereka dalam menyelesaikan tugas. *Imagery* secara efektif menyampaikan identitas dan kepribadian merek, mengkomunikasikan ide yang kompleks, dan membuat kesan yang dapat bertahan lama (Krause, 2023).



Gambar 2.13 Jenis-jenis *Imagery*
Sumber: <https://www.nngroup.com/articles/...>

Di dalam desain UI biasanya menggunakan empat jenis *imagery* yang berbeda. Pertama, foto, yang ideal untuk menampilkan produk, lingkungan, dan orang, karena foto menambah kesan realisme, dimensi, dan tekstur pada desain. Selanjutnya, Ilustrasi adalah visual yang dibuat secara digital yang merepresentasikan konsep, alur kerja, atau proses dengan cara yang lebih artistik dan tidak terlalu detail.

Ilustrasi juga dapat disertai dengan teks atau diintegrasikan ke dalam infografis untuk menyampaikan informasi secara efektif. Terlebih lagi, Ikonografi mengandalkan simbol atau ikon yang disederhanakan dan mudah dikenali untuk mewakili item menu, tindakan, atau objek dalam sistem. Ikonografi memberikan petunjuk visual yang intuitif dan efisien kepada pengguna untuk navigasi dan interaksi. Terakhir, visualisasi data adalah representasi grafis dari data atau informasi kompleks yang mengubah data mentah menjadi visual yang bermakna, sehingga lebih mudah untuk mengomunikasikan wawasan berbasis data. *Imagery* yang dipilih untuk sebuah desain secara signifikan memengaruhi kesan pertama dan persepsi keseluruhan dari sebuah merek. Unsur visual dari *imagery* berkontribusi pada estetika situs atau aplikasi dan membantu menjalin hubungan emosional dengan pengguna (Krause, 2023).

Berdasarkan penjabaran teori-teori di atas, dapat disimpulkan bahwa desain *user interface* (UI) yang berhasil bukanlah sekadar soal estetika, melainkan penerapan strategis dari serangkaian elemen fundamental yang saling melengkapi. Mulai dari penataan elemen melalui hierarki visual dan komposisi yang solid, hingga pembangunan identitas melalui pemilihan warna, tipografi, dan *imagery* yang harmonis, setiap keputusan desain harus memprioritaskan *readability* demi menjamin kejelasan informasi bagi pengguna. Secara keseluruhan, ketujuh elemen ini akan menjadi pedoman praktis bagi penulis dalam tahap perancangan visual aplikasi jejak karbon, dengan tujuan untuk menciptakan antarmuka yang tidak hanya menarik dan konsisten secara visual, tetapi juga fungsional dan intuitif untuk digunakan.

2.1.3 Aplikasi Mobile

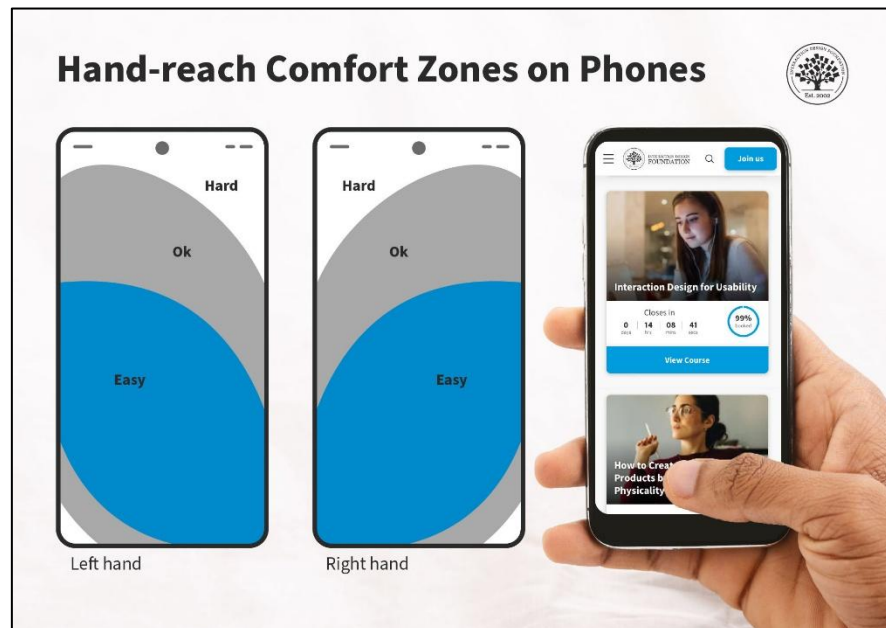
Aplikasi *mobile* (*mobile application* atau *mobile app*) adalah program komputer yang dikembangkan untuk beroperasi pada perangkat genggam seperti *smartphone*, dan tablet. Aplikasi dapat diunduh melalui *platform* aplikasi resmi seperti Google Play Store, Apple App Store, dan lainnya, serta dapat berupa perangkat lunak yang sudah terpasang atau diinstal

sesuai permintaan pengguna (Dinara, 2021, p. 108). Untuk menyesuaikan desain UX dan UI secara baik ke dalam format aplikasi *mobile*, penulis harus memperhatikan beberapa poin tambahan yaitu *thumb zone*, notifikasi, dan *progressive disclosure*.

2.1.3.1 Thumb Zone

Dalam kondisi latar yang penuh gangguan, bentuk interaksi *smartphone* yang optimal adalah yang berkecepatan tinggi dan mudah digunakan. Latar yang sangat terganggu menyebabkan sebagian besar pengguna *smartphone* mengoperasikan *gadget* mereka dengan satu tangan dan dengan rentang perhatian parsial yang singkat. Ketika sebuah interaksi diukur dalam hitungan menit atau detik, setiap kerumitan akan menghambat pengalaman pengguna. Pengguna yang menggunakan *smartphone* dalam kondisi latar yang penuh gangguan biasanya tidak ingin menghabiskan waktu lima hingga sepuluh menit untuk mencari tahu cara berinteraksi dengan aplikasi. Mereka mengharapkan desain untuk memenuhi kebutuhan mereka dengan cepat, dan jika sebuah desain gagal melakukannya, mereka mungkin akan mencari solusi alternatif lainnya (Siang, 2023).



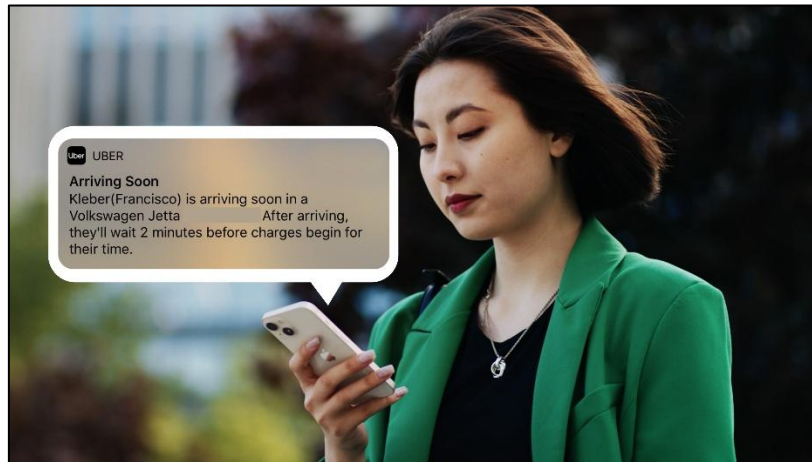


Gambar 2.14 Zona Kenyamanan Jangkauan Tangan di *Smartphone*
 Sumber: [https://www.interaction-design.org/literature/...](https://www.interaction-design.org/literature/)

Desain aplikasi yang dapat memberikan pengguna kecepatan dalam mengerjakan sesuatu biasanya menempatkan elemen-elemen penting seperti navigasi dan CTA di tempat yang mudah dijangkau oleh jempol, seperti yang ditampilkan di gambar di atas. Oleh karena itu, desain aplikasi sebaiknya mempertimbangkan penempatan elemen-elemen penting di sekitar area jangkauan jempol.

2.1.3.2 Notifikasi

Ketika digunakan dengan tepat, notifikasi dapat menjadi alat yang sangat efektif untuk meningkatkan *user engagement*. Notifikasi dapat menjadi sumber gangguan yang tidak perlu, sehingga sangat penting untuk mempelajari apa yang dianggap menarik oleh pengguna dan hal apa yang memberikan mereka konten yang memiliki nilai tambah untuk pengguna (Perea & Giner, 2017, p. 188).



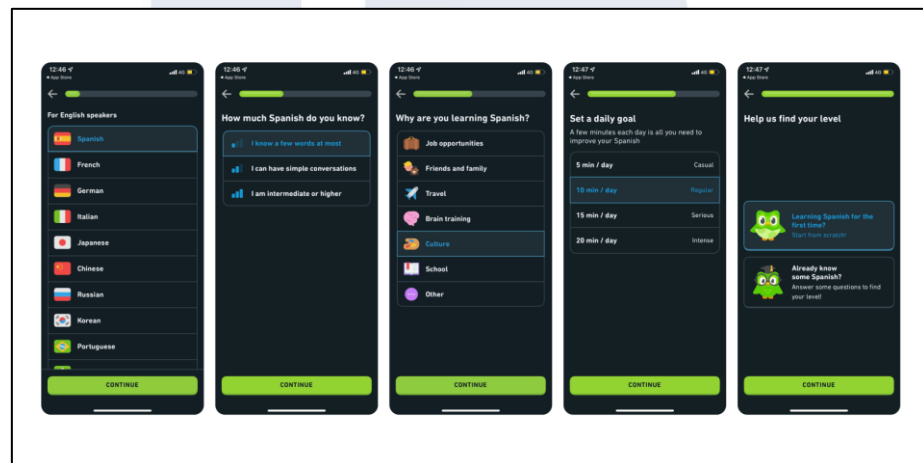
Gambar 2.15 Contoh Penerapan Notifikasi Oleh Uber
 Sumber: [https://www.interaction-design.org/literature/...](https://www.interaction-design.org/literature/)

Untuk mengembangkan sistem notifikasi yang menarik dan tidak mengganggu pengguna, ada beberapa panduan yang harus diikuti. Pertama, adalah mengidentifikasi maksud dan nilai notifikasi dengan menentukan hasil yang diinginkan dan nilai yang akan diberikan kepada pengguna. Selanjutnya, penting untuk menentukan asal notifikasi dalam produk, yang biasanya berupa tindakan atau pemicu tertentu. Langkah ketiga adalah merancang konten pesan, termasuk informasi apa yang harus dimasukkan dan bagaimana cara mengkomunikasikannya. Terlebih lagi, kita harus mengatur waktu dan lokasi pesan untuk memastikan pesan tersebut sampai ke pengguna pada waktu dan tempat yang tepat. Terakhir, adalah memilih jenis notifikasi, memilih saluran seperti SMS, *email*, atau *push notification*, dan mendesain *output* notifikasi, yang melibatkan penentuan tampilan visual notifikasi dalam UI produk digital (Spillers, 2023).

2.1.3.3 *Progressive Disclosure*

Teknik *progressive disclosure* melibatkan penyesuaian fungsionalitas aplikasi dengan keterampilan teknis pengguna. Dalam teknik ini, pengguna yang kurang berpengalaman disajikan dengan versi aplikasi yang disederhanakan, sementara pengguna yang lebih mahir diberi akses ke serangkaian fitur yang lebih lengkap dan kompleks. Hal

ini memastikan bahwa aplikasi disesuaikan dengan kebutuhan setiap pengguna. Saat pengguna baru mendapatkan pengalaman dari waktu ke waktu, mereka diperkenalkan dengan fungsi baru seiring dengan kemajuan mereka. Pendekatan adaptif yang sama dapat diterapkan berdasarkan parameter lain. Misalnya, lebih banyak interaksi dapat diminta dari pengguna yang secara teratur menggunakan berbagai fitur, sedangkan pengguna sporadis dapat diberikan perlakuan berbeda yang bertujuan untuk mencapai tingkat *user engagement* yang lebih tinggi (Perea & Giner, 2017, p. 211).



Gambar 2.16 Penerapan Teknik *Progressive Disclosure* di Aplikasi Duolingo
Sumber: <https://userguiding.com/blog/duolingo...>

Salah satu penerapan teknik *progressive disclosure* yang sangat baik terdapat di proses *onboarding* aplikasi Duolingo, dimana pengguna di berikan beberapa pertanyaan pembuka untuk memberikan pembelajaran yang disesuaikan dengan tingkat kemahiran para pengguna. Dari situ, para pengguna akan lebih nyaman dalam menggunakan dan belajar di aplikasi Duolingo.

Berdasarkan penjabaran teori-teori di atas, dapat disimpulkan bahwa perancangan aplikasi *mobile* yang efektif membutuhkan adanya adaptasi spesifik terhadap konteks penggunaan dan keterbatasan perangkat. Prinsip-prinsip umum UX dan UI harus diterjemahkan dengan mempertimbangkan

faktor ergonomis melalui *thumb zone* untuk kemudahan interaksi fisik, strategi komunikasi yang strategis lewat notifikasi untuk menjaga *user engagement* tanpa menjadi terlalu mengganggu, serta pengelolaan kompleksitas konten dan UI dengan teknik *progressive disclosure* untuk memandu pengguna secara bertahap. Secara keseluruhan, ketiga pertimbangan ini akan menjadi panduan praktis bagi penulis dalam merealisasikan kerangka UX dan UI yang telah dibahas sebelumnya, untuk memastikan aplikasi jejak karbon yang dikembangkan tidak hanya fungsional, tetapi juga nyaman, intuitif, dan optimal untuk digunakan pada platform aplikasi *mobile*.

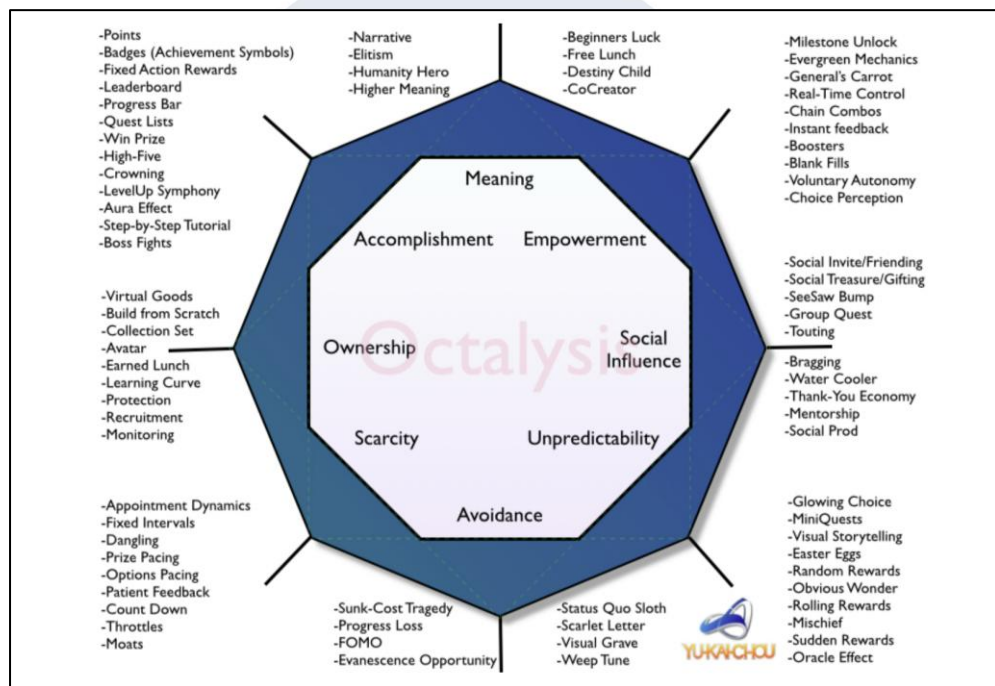
2.2 Gamifikasi

Gamifikasi adalah seni menerapkan elemen-elemen yang menyenangkan dan menarik yang biasanya ditemukan dalam game ke dalam dunia nyata atau aktivitas produktif. Menurut Chou, p. (2015, p. 8), proses gamifikasi dapat disebut sebagai "*Human Focused Design*" yang berlawanan dengan apa yang umumnya dikenal sebagai "*Function Focused Design*". Desain yang berfokus pada manusia mengoptimalkan sebuah sistem untuk motivasi manusia, bukan untuk efisiensi fungsional murni. Disiplin desain ini disebut Gamifikasi karena industri *game* adalah yang pertama kali menguasai "*Human Focused Design*". *Game* tidak memiliki tujuan lain selain untuk menyenangkan manusia yang memainkannya. Meskipun *game* sering kali memiliki tujuan, seperti membunuh musuh atau menyelamatkan seseorang, hal tersebut hanyalah sarana untuk membuat pemain terhibur dan terlibat dalam sistem, mendorong komitmen mereka untuk terus bermain (Chou, 2015, p. 9). Untuk menerapkan gamifikasi secara efektif ke dalam perancangan aplikasi pelacak jejak karbon, penulis perlu memahami pengertian dari *Octalysis Framework* yang membahas 8 jenis dorongan utama dalam gamifikasi.

2.2.1 Pengertian *Octalysis Framework*

Sebagian besar *game* yang sukses menerapkan beberapa *core drive* (dorongan motivasi utama) tertentu yang menghasilkan dorongan dalam diri para pemain/pengguna, hal tersebut memotivasi pemain/pengguna untuk mengambil berbagai keputusan dan aktivitas. Berbagai jenis teknik permainan

mendorong perilaku manusia dengan cara yang berbeda, dengan beberapa di antaranya, misalnya, mengandalkan inspirasi (Chou, 2015, p. 23). Semua tindakan manusia didasarkan pada satu atau lebih dari delapan *core drives* yang diidentifikasi dalam *Octalysis Framework*. Hal ini menunjukkan bahwa jika tindakan yang diinginkan tidak memiliki salah satu dari *core drive* tersebut, maka tidak akan ada tindakan yang terjadi (Chou, 2015, p. 25).

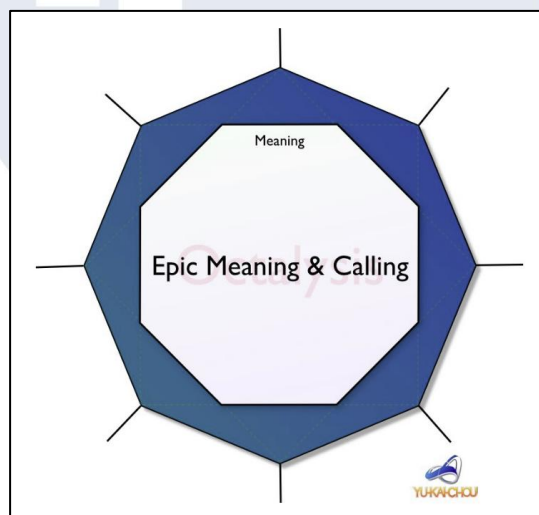


Gambar 2.17 *Octalysis Framework*
Sumber: Chou (2015)

Seperti yang terlihat pada gambar di atas, *Octalysis Framework* disusun sebagai segi delapan, dengan masing-masing dari delapan sisi mewakili *core drive* yang memotivasi perilaku manusia. *Core drives* tersebut terdiri dari *Meaning*, *Accomplishment*, *Empowerment*, *Ownership*, *Social Influence*, *Scarcity*, *Unpredictability*, dan *Avoidance*. Ke-delapan *core drives* tersebut di klasifikasikan berdasarkan sifat psikologisnya, dari situ *framework* ini menyediakan instrumen yang efektif untuk menganalisis dan merancang pengalaman pengguna yang *engaging*. Dengan memahami setiap *core drives* yang dimanfaatkan, desainer dapat memprediksi dan memengaruhi tindakan pengguna dengan lebih baik.

2.2.2 *Epic Meaning & Calling*

Epic Meaning & Calling adalah *core drive* pertama dari *Octalysis Framework*. Dorongan ini memotivasi individu ketika mereka percaya bahwa mereka terlibat dalam suatu tujuan atau tindakan yang lebih besar dari diri mereka sendiri. *Game* sering kali memanfaatkan dorongan ini melalui narasi pengantar yang menciptakan rasa urgensi dan tujuan. Sebagai contoh, alur cerita yang umum melibatkan dunia yang berada di ambang kehancuran, dan pemain memiliki kualifikasi unik untuk menyelamatkannya. Rasa penting dan tanggung jawab yang langsung dirasakan ini secara efektif membangkitkan kegembiraan dan memotivasi pemain untuk memulai petualangan mereka (Chou, 2015, p. 65).



Gambar 2.18 Dorongan *Epic Meaning & Calling*
Sumber: Chou (2015)

Epic Meaning & Calling diidentifikasi sebagai *White Hat Core Drive* dalam *Octalysis Framework* dan sangat kuat selama fase penemuan dan dalam *user journey*. Hal ini menekankan tujuan di balik sebuah aktivitas dan dapat memperkuat ketujuh *core drive* lainnya jika diimplementasikan dengan baik. Namun, kelemahan dari *core drive* ini terletak pada sulitnya menciptakan kepercayaan dan rasa urgensi. Meskipun manusia selalu bercita-cita untuk menjadi bagian dari sesuatu yang lebih besar dari diri mereka sendiri dan akan merasa senang untuk mengambil tindakan, manusia sering menunda-nunda (Chou, 2015, p. 87).

2.2.3 Development & Accomplishment

Development & Accomplishment adalah *core drive* kedua dari *Octalysis Framework*. Dorongan ini memotivasi individu melalui rasa pertumbuhan pribadi dan keinginan untuk mencapai tujuan tertentu. *Core drive* inilah yang memfokuskan manusia pada jalur karier, mendorong antusiasme dan komitmen untuk mempelajari keterampilan baru, dan pada akhirnya memotivasi mereka dengan menunjukkan kemajuan dan pertumbuhan mereka dari waktu ke waktu. Contoh nyata dari dorongan ini adalah penggunaan stiker bintang emas oleh guru TK untuk menghargai perilaku yang baik. Meskipun stiker ini tidak memiliki nilai yang nyata, anak-anak sering kali sangat termotivasi untuk mendapatkan lebih banyak, dengan berfokus pada tindakan spesifik yang diperlukan untuk mendapatkannya. Hal ini menunjukkan betapa mudahnya prinsip *Development & Accomplishment* dapat diintegrasikan ke dalam sebuah pengalaman. Ini juga merupakan bentuk gamifikasi yang paling umum yang terlihat di pasar, karena banyak bentuk implementasinya seperti poin, lencana, dan papan peringkat (Chou, 2015, p. 89).



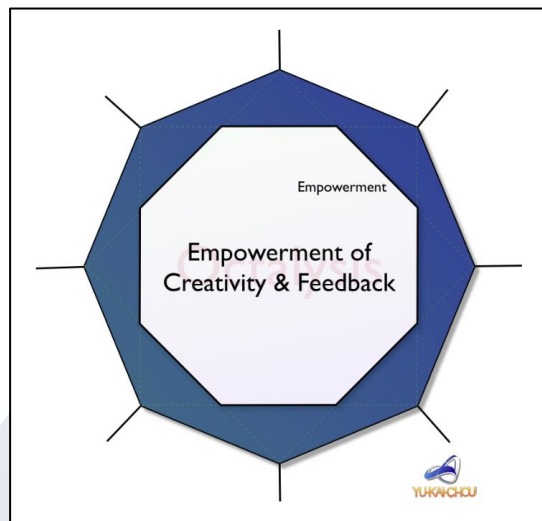
Gambar 2.19 Dorongan *Development & Accomplishment*
Sumber: Chou (2015)

Karena *Development & Accomplishment* adalah *core drive* yang paling mudah untuk dirancang, banyak perusahaan yang berfokus pada hal ini, terkadang hampir secara eksklusif. Akibatnya, banyak *platform* gamifikasi

yang tersedia juga mengkhususkan diri untuk menarik perhatian pada dorongan khusus ini. Namun, jika elemen-elemen permainan ini ingin diimplementasikan, hal itu harus dilakukan dengan hati-hati. Fokusnya harus selalu pada perasaan pengguna yang diinginkan, bukan hanya pada elemen permainan yang akan digunakan. Dorongan *Development & Accomplishment* sering kali merupakan hasil alami dari implementasi *core drive* lainnya yang dijalankan dengan baik, seperti *Empowerment of Creativity & Feedback* (*core drive* 3), *Ownership & Possession* (*core drive* 4), dan *Scarcity & Impatience* (*core drive* 6). Penerapan dorongan *Development & Accomplishment* sering kali mengarah pada dorongan *Social Influence & Relatedness* (*core drive* 5), karena pengguna sering kali ingin berbagi rasa pencapaian dan prestasi dengan teman-teman mereka (Chou, 2015, p. 120).

2.2.4 Empowerment of Creativity & Feedback

Core drive ketiga dari *Octalysis Framework* adalah *Empowerment of Creativity & Feedback*, yang menekankan pada apa yang banyak orang sebut sebagai "bermain". Kekuatan dari dorongan ini terletak pada kemampuannya untuk terus meng-engage individu di sepanjang hidup mereka. Menurut struktur *Octalysis*, yang mengkategorikan *core drive*, dorongan ini berada di "pojok emas" (kanan atas). Penempatan ini menunjukkan bahwa ini adalah dorongan *white hat*, yang terkait dengan emosi positif jangka panjang, dan dorongan otak kanan, yang menyoroti dasarnya *core drive* ini dalam motivasi intrinsik. Terlepas dari potensinya yang kuat, *core drive* ini juga merupakan salah satu yang paling sulit untuk diimplementasikan dengan efektif dan benar (Chou, 2015, p. 124).



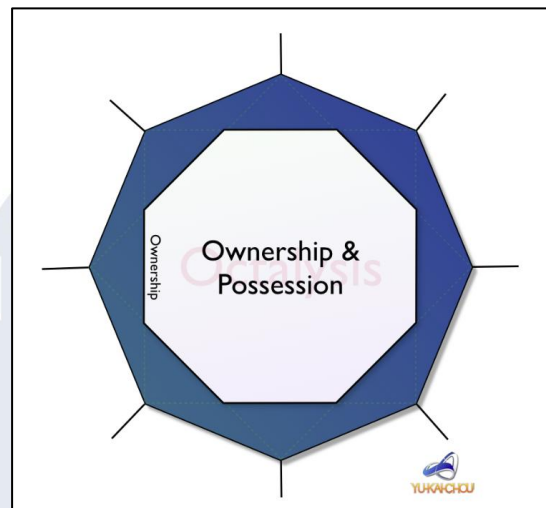
Gambar 2.20 Dorongan *Empowerment of Creativity & Feedback*
Sumber: Chou (2015)

Dorongan *Empowerment of Creativity & Feedback*, sangat kuat pada berbagai tingkatan. Hal ini melibatkan keinginan bawah manusia untuk berkreasi dengan menyediakan alat dan kekuatan untuk mengarahkan pengalaman manusia itu sendiri dan mempengaruhi lingkungan melalui imajinasi manusia. Namun, *core drive* ini sering kali merupakan yang paling sulit untuk diterapkan dalam desain produk. Hal ini terutama karena *core drive* ini menuntut perhatian yang signifikan dalam masyarakat yang sudah kekurangan tingkat perhatian. Di era informasi yang berlebihan, orang-orang telah mengembangkan rentang perhatian yang lebih pendek (*short attention span*) untuk menyaring aliran konten bernilai rendah yang terus menerus mereka terima setiap hari (Chou, 2015, p. 157).

2.2.5 Ownership & Possession

Ownership & Possession adalah *core drive* keempat dalam *Octalysis Framework*. Dorongan Ini mewakili motivasi yang berasal dari perasaan memiliki sesuatu dan keinginan untuk meningkatkan, melindungi, dan mendapatkan lebih banyak lagi. Dorongan ini melibatkan elemen-elemen seperti barang virtual dan mata uang virtual. Ini juga merupakan motivasi utama di balik dorongan manusia untuk mengumpulkan kekayaan. Pada tingkat yang lebih abstrak, dorongan ini terhubung dengan investasi waktu atau sumber

daya (tenaga/moneter) untuk menyesuaikan sesuatu sesuai dengan keinginan sendiri. *Core drive* ini juga dapat dilihat pada sistem atau aplikasi yang terus mempelajari preferensi pengguna untuk menciptakan pengalaman yang *personalized* (Chou, 2015, p. 160).



Gambar 2.21 Dorongan *Ownership & Possession*
Sumber: Chou (2015)

Dalam *Octalysis Framework*, *Ownership & Possession* terletak di paling kiri, secara simbolis mewakili *core drive* yang sangat memengaruhi otak kiri dan proses berpikir analitisnya. Keputusan yang dimotivasi oleh dorongan ini terutama didasarkan pada logika dan analisis, dengan keinginan untuk memiliki sebagai faktor pendorong utama (Chou, 2015, p. 160).

Sebagai motivator yang kuat, *core drive* dapat mendorong individu untuk bertindak secara tidak rasional sekaligus memberikan kenyamanan emosional. Hal ini sering kali berfungsi sebagai fokus utama yang bekerja sama dengan banyak *core drive* lainnya. Misalnya, ketika digabungkan dengan *Scarcity & Impatience* (*core drive* 6), ini membuat individu terus menerus mengejar imbalan yang diinginkan. Selanjutnya, jika digabungkan dengan *Loss & Avoidance* (*core drive* 8), hal ini memotivasi individu untuk melindungi apa yang telah mereka peroleh. Kemudian, ketika dipasangkan dengan *Unpredictability & Curiosity* (*core drive* 7), individu menjadi terobsesi dengan hasil yang berpotensi mendapatkan barang yang berharga. Terlebih

lagi, akumulasi barang yang berhasil secara alami mengarah pada rasa *Development & Achivement (core drive 2)*. Terakhir, ketika rasa kepemilikan memicu kebutuhan untuk meningkatkan dan berinovasi, *Empowerment of Creativity & Feedback (core drive 3)* ikut berperan (Chou, 2015, p. 192).

Contoh-contoh ini menunjukkan bagaimana kedelapan dorongan inti dapat bekerja sama dalam alur yang dinamis, masing-masing mendukung yang lain untuk menciptakan spektrum motivasi yang lebih luas. Namun, kita juga harus berhati-hati dengan desain di mana *core drive* dapat saling menyabotase satu sama lain. Sebagai salah satu dorongan yang lebih memotivasi secara ekstrinsik, jika tidak dirancang dengan benar, *core drive Ownership & Possesion* dapat menyebabkan perilaku egois, mengurangi keingintahuan intelektual, dan menghancurkan peluang untuk kreativitas yang lebih tinggi (Chou, 2015, p. 192).

2.2.6 Social Influence & Relatedness

Social Influence & Relatedness adalah *core drive* kelima dalam *Octalysis Framework*. Dorongan ini mencakup motivasi yang berasal dari pikiran, tindakan, atau perkataan orang lain dan berfungsi sebagai penggerak dalam gamifikasi seperti bimbingan, kompetisi, kecemburuan, pencarian kelompok, harta karun sosial, dan persahabatan (Chou, 2015, p. 195).



Gambar 2.22 Dorongan *Social Influence & Relatedness*
Sumber: Chou (2015)

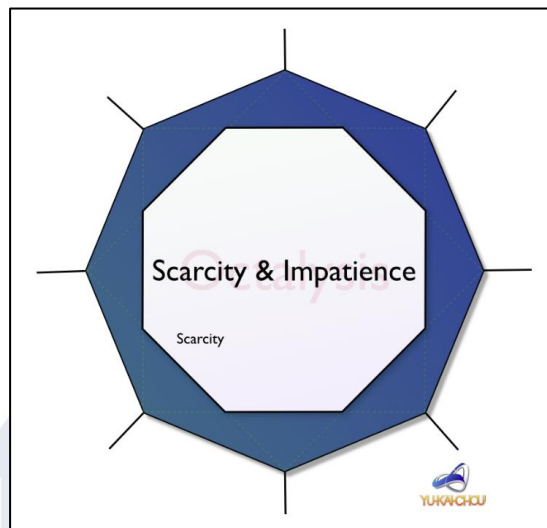
Sebagai *core drive* otak kanan, hal ini berakar pada keinginan bawah manusia untuk terhubung dan membandingkan diri kita dengan individu lain. Dengan berkembangnya alat dan *platform* media sosial baru, semakin banyak perusahaan yang fokus memanfaatkan dorongan ini (Chou, 2015, p. 195).

Kebanyakan individu menganggap menghabiskan waktu bersama teman sebagai kegiatan yang menyenangkan secara intrinsik. *Core drive Social Influence & Relatedness* meningkatkan kenikmatan yang dihasilkan oleh *Empowerment of Creativity & Feedback* (*core drive* 3) serta *Unpredictability & Curiosity* (*core drive* 7). Hal tersebut membuat *Epic Meaning & Calling* (*core drive* 1) menjadi lebih bermakna dan rasa pencapaian dari *Development & Accomplishment* (*core drive* 2) terasa lebih signifikan. Selain itu, *core drive Social Influence & Relatedness* ini memberikan tolak ukur bagi individu untuk kemajuan mereka dalam *Ownership & Possession* (*core drive* 4) dan dapat menciptakan rasa iri ketika orang lain memiliki sesuatu yang tidak mereka miliki, yang berhubungan dengan *Scarcity & Impatience* (*core drive* 6) (Chou, 2015, p. 228).

2.2.7 Scarcity & Impatience

Scarcity and Impatience adalah *core drive* keenam dari *Octalysis Framework*. Dorongan ini adalah motivasi yang berasal dari ketidakmampuan untuk memiliki sesuatu dengan segera atau dari kesulitan yang dirasakan untuk mendapatkan sesuatu tersebut (Chou, 2015, p. 230).

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



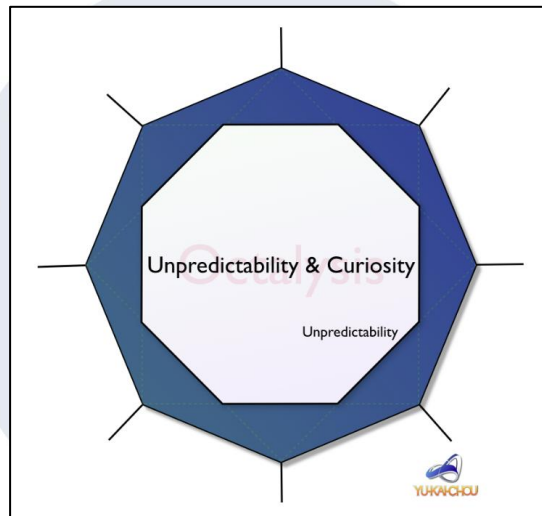
Gambar 2.23 Dorongan *Scarcity & Impatience*
Sumber: Chou (2015)

Meskipun *Scarcity & Impatience* dianggap sebagai salah satu *core drive* berupa *black hat*, namun *core drive* ini dapat menjadi motivator yang kuat jika digunakan dengan benar. Dorongan ini dapat menjadi sumber utama untuk menghasilkan *Empowerment of Creativity & Feedback* (*core drive 3*) dalam sebuah sistem. Selain itu, mengatasi keadaan kelangkaan dapat meningkatkan rasa *Development & Accomplishment* (*core drive 2*). Ketika digabungkan dengan *Unpredictability and Curiosity* (*core drive 7*), akan menjadi penggerak yang ampuh untuk mendorong tindakan pengguna. Terakhir, ketika bekerja bersama *Loss & Avoidance* (*core drive 8*), hal ini menciptakan kekuatan yang sangat kuat yang tidak hanya mendorong tindakan, tetapi juga menanamkan rasa urgensi yang kuat (Chou, 2015, p. 267).

2.2.8 *Unpredictability & Curiosity*

Unpredictability & Curiosity adalah *core drive* ketujuh dalam *Octalysis Framework*. Dorongan ini adalah kekuatan utama di balik ketertarikan individu terhadap pengalaman yang tidak pasti dan melibatkan unsur *chance*. Kesadaran intelektual manusia pada dasarnya malas. Jika sebuah tugas tidak menuntut perhatian signifikan, otak akan mendelegasikan upaya mental ke pikiran bawah sadar manusia (Chou, 2015, p. 269). Kesadaran intelektual hanya ingin diganggu ketika benar-benar diperlukan, seperti ketika

ada ancaman atau ketika menemukan informasi baru yang belum diproses. Hal ini ditambah dengan keingintahuan bawah manusia untuk mengeksplorasi. Dorongan untuk menjelajahi hal-hal yang tidak diketahui, meskipun secara historis berbahaya, membantu nenek moyang manusia beradaptasi dengan lingkungan yang berubah dan menemukan sumber daya baru yang penting untuk kelangsungan hidup dan kesejahteraan (Chou, 2015, p. 270).



Gambar 2.24 Dorongan *Unpredictability & Curiosity*
Sumber: Chou (2015)

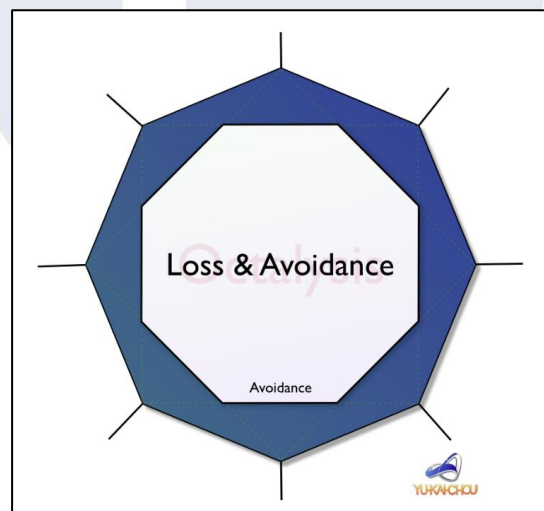
Unpredictability & Curiosity adalah *core drive* berjenis *black hat* kuat yang secara intrinsik “*thrilling*”. Saat merancang sebuah *engagement*, akan lebih baik jika memasukkan unsur *randomness* dan *chance* ke dalam proses tersebut. Dengan menggunakan teknik yang memanfaatkan rasa ingin tahu dan ketidakpastian, desainer dapat memotivasi pengguna untuk lebih *engage* dengan desain dan mempertahankan pengguna secara lebih lama (Chou, 2015, p. 304).

2.2.9 Loss & Avoidance

Loss & Avoidance adalah *core drive* kedelapan dan terakhir dalam *Octalysis Framework*. Dorongan ini memotivasi individu melalui rasa takut kehilangan sesuatu atau melalui prospek terjadinya peristiwa yang tidak diinginkan. Dalam banyak *game* populer, konsep intinya adalah tetap hidup untuk maju ke babak berikutnya. Tergantung pada desain permainan, kematian

atau cedera karakter dapat memaksa pemain untuk memulai dari awal atau mengalami kerugian yang signifikan, seperti koin, nyawa, atau kemunduran lain yang menghambat kemajuan menuju “win state” (Chou, 2015, p. 307).

Ketidak-mauan untuk kehilangan ini tidak terbatas pada *game*. Di dunia nyata, manusia sering bertindak karena takut kehilangan sesuatu yang merupakan investasi waktu, tenaga, uang, atau sumber daya lainnya. Untuk melindungi ego dan rasa percaya diri mereka, dorongan *Loss & Avoidance* terkadang bermanifestasi sebagai penolakan untuk menyerah. Bahkan peluang baru yang dianggap cepat berlalu dapat memicu bentuk *Loss & Avoidance*. Jika individu tidak segera bertindak atas peluang sementara, mereka mungkin merasa seolah-olah kehilangan kesempatan untuk bertindak selamanya.



Gambar 2.25 Dorongan *Loss & Avoidance*
Sumber: Chou (2015)

Loss & Avoidance adalah motivator kuat yang sering dan terang-terangan digunakan oleh berbagai organisasi dan sistem. *Core drive* ini menghasilkan hasil dari *black hat* seperti rasa urgensi dan obsesi yang tinggi. Namun, dalam jangka panjang, pendekatan ini dapat menempatkan pengguna dalam keadaan tidak nyaman. Dalam banyak kasus, *Loss & Avoidance* bekerja sama dengan *Scarcity & Impatience* (*core drive* 6) karena penawaran eksklusif dan terbatas sering kali menimbulkan rasa takut akan kehilangan eksklusivitas tersebut, atau masa penawaran terbatas tersebut. (Chou, 2015, p. 336).

Dari pemaparan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa gamifikasi merupakan pendekatan *Human-Focused Design* (Chou, 2015, p. 8) yang bertujuan untuk merancang sistem yang mengoptimalkan motivasi pengguna. *Octalysis Framework* menyediakan sebuah lensa analisis yang komprehensif untuk membedah motivasi ini ke dalam delapan dorongan utama (*core drives*), mulai dari dorongan *inspirational* seperti *Epic Meaning & Calling* hingga pemicu mendesak seperti *Loss & Avoidance*. Kerangka kerja inilah yang akan menjadi panduan konseptual bagi penulis untuk merancang dan mengintegrasikan elemen-elemen gamifikasi ke dalam aplikasi pelacak jejak karbon. Tujuannya adalah untuk mendorong keterlibatan (*engagement*) jangka panjang dan memotivasi pengguna agar secara konsisten melakukan tindakan-tindakan positif bagi lingkungan dengan memanfaatkan pemicu psikologis yang relevan dan efektif.

2.3 Jejak Karbon

Perubahan iklim yang disebabkan oleh manusia, juga dikenal sebagai pemanasan global, disebabkan oleh pelepasan gas-gas tertentu ke atmosfer. Bentuk gas rumah kaca yang paling umum adalah karbon dioksida (CO₂), yang dilepaskan melalui pembakaran bahan bakar fosil di rumah, kendaraan, pabrik, dan pembangkit listrik. Namun, gas rumah kaca lainnya juga signifikan, seperti metana (CH₄), yang dilepaskan terutama oleh pertanian dan tempat pembuangan sampah, 28 kali lebih kuat daripada karbon dioksida ketika dampaknya diukur dalam jangka waktu 100 tahun. Terlebih lagi, terdapat bentuk gas rumah kaca yang lebih kuat lagi, meskipun dilepaskan dalam jumlah yang lebih kecil, yaitu *nitrous oxide* (N₂O), yang dilepaskan terutama dari proses industri dan pertanian dan sekitar 265 kali lebih kuat daripada karbon dioksida (Berners-Lee, 2022, p. 17).

Meskipun faktor-faktor ini digunakan untuk menilai efek gas selama 100 tahun, perhitungannya lebih kompleks karena setiap gas berperilaku berbeda. Terlebih lagi, satu barang atau aktivitas dapat melepaskan beberapa gas rumah kaca dalam jumlah yang berbeda-beda, perincian jejak karbon secara lengkap dapat membingungkan. Untuk menyederhanakan hal tersebut, konvensi standarnya adalah dengan menyatakan jejak karbon dalam bentuk karbon dioksida ekuivalen

(CO₂e). Metrik ini mewakili total dampak perubahan iklim (Jejak Karbon) dari semua gas rumah kaca yang disebabkan oleh suatu barang atau aktivitas, yang dinyatakan sebagai jumlah karbon dioksida yang akan memiliki dampak yang sama selama periode seratus tahun (Berners-Lee, 2022, p. 18). Selanjutnya, untuk membantu dalam perancangan aplikasi pelacak jejak karbon, penulis perlu memahami perhitungan jejak karbon, aksi nyata untuk mengurangi jejak karbon, dan dampak dari emisi CO₂e terhadap kesehatan & lingkungan.

2.3.1 Perhitungan Jejak Karbon

Jejak karbon, merupakan tolak ukur penting untuk perubahan iklim, namun hampir tidak mungkin untuk diukur secara tepat. Untuk memahami dan membandingkan dampak dari aktivitas yang kita lakukan dan barang yang kita beli sehari-hari dengan pembelian lainnya tanpa memperhitungkan setiap proses yang terlibat adalah hal yang sangat rumit dengan begitu banyaknya variabel yang terlibat. Pendekatan oleh Krisworo (2025), membagi variabel jejak karbon menjadi 3 cakupan atau *scopes*. Dalam konteks perancangan ini, ketiga *scopes* tersebut akan diuraikan menjadi transportasi (*Scope 1*), penggunaan listrik rumah tangga (*Scope 2*), dan konsumsi makanan (*Scope 3*). Pembagian cakupan tersebut akan membantu untuk memfasilitasi pengukuran jejak karbon yang realistis.

2.3.1.1 Transportasi (*Scope 1*)

Pada bagian ini, akan diuraikan faktor emisi jejak karbon dari berbagai macam metode transportasi yang jatuh ke dalam emisi *scope 1* dengan pengecualian metode transportasi listrik yang jatuh ke dalam emisi *scope 3*. Untuk mengetahui jumlah angka jejak karbon dari berbagai metode transportasi berbasis bensin dan solar, perlu diketahui faktor emisi dari jenis bahan bakar tersebut. Berikut adalah rumus faktor emisi dari bahan bakar bensin RON 92 dan Diesel berdasarkan panduan dari laporan oleh Krisworo (2025).

$$EF_{RON92} \approx \frac{44.61 \left(\frac{T_j}{G_j} \right) \times 69,040 \left(\frac{g}{G_j} \right)}{1,000,000} \times 0.74 \text{ kg/l}$$

Berdasarkan rumus tersebut didapati nilai faktor emisi bensin RON 92 sebesar 2.28 kgCO₂/L. Angka tersebut akan digunakan untuk menghitung besar jejak karbon jenis metode transportasi yang berbahan bakar bensin di bagian selanjutnya. Untuk menyederhanakan *input* data dalam perancangan ini, bensin dengan klasifikasi RON 98, RON 90, dan seterusnya akan menggunakan nilai faktor emisi yang sama dengan bensin RON 92 dikarenakan oleh perbedaan nilai faktor emisi yang tidak cukup signifikan. Hal tersebut bertujuan untuk mempermudah pengguna saat mencatat jejak karbon mereka di aplikasi yang akan dirancang.

$$EF_{Diesel} \approx \frac{42.63 \left(\frac{T_j}{G_j} \right) \times 74,520 \left(\frac{g}{G_j} \right)}{1,000,000} \times 0.84 \text{ kg/l}$$

Berdasarkan rumus tersebut didapati nilai faktor emisi bahan bakar Diesel sebesar 2.66 kgCO₂/L. Angka tersebut akan digunakan untuk menghitung besar jejak karbon jenis metode transportasi yang berbahan bakar diesel di bagian selanjutnya.

Selanjutnya, setelah mengetahui angka nilai faktor emisi dari bahan bakar bensin dan diesel tersebut, untuk mendapatkan angka jejak karbon setiap metode transportasi berbahan bakar bensin dan diesel dapat merujuk ke rumus berikut.

$$Emisi \text{ per km} = \frac{EF \text{ Bahan Bakar}}{x \text{ km/l}}$$

Pada bagian berikutnya akan dilampirkan tabel data jejak karbon berbagai macam jenis metode transportasi dengan merujuk kepada rumus yang telah dilampirkan sebelumnya. Namun, terdapat pengecualian untuk kendaraan yang menggunakan energi selain bahan bakar bensin & diesel karena metode transportasi tersebut masuk ke dalam *scope 3*. Untuk menyederhanakan data, maka angka jejak karbon dari metode transportasi terkait akan merujuk ke penelitian oleh Berners-Lee (2022), yang mengklasifikasikan faktor emisi dari berbagai macam variabel secara *general* namun tetap realistis.

Tabel 2.1 Jejak Karbon Dari Aktivitas Transportasi

Aktivitas	Jejak Karbon (kg CO ₂ e)	Satuan Pengukuran
Mengendarai mobil listrik	0.160	per km
Mengendarai mobil bensin	0.190	per km
Mengendarai motor bensin	0.050	per km
Bersepeda	0.025	per km
Bersepeda Listrik	0.003	per km
Menggunakan Bus	0.029	per km
Menggunakan Kereta	0.112	per km
Menggunakan Pesawat	0.264	per km

Penjabaran ini mengungkapkan adanya perbedaan besar dalam intensitas karbon di berbagai jenis transportasi. Mobilitas bertenaga manusia dan dengan bantuan listrik, seperti bersepeda dan bersepeda listrik, menunjukkan emisi terendah per kilometer. Pilihan transportasi umum seperti bus dan kereta api merupakan alternatif yang relatif rendah karbon dibandingkan dengan penggunaan mobil pribadi, meskipun

efisiensinya bergantung pada jumlah penumpang. Mobil listrik menunjukkan dampak yang lebih rendah daripada mobil bensin konvensional namun tidak terlalu signifikan.

2.3.1.2 Penggunaan Listrik Rumah Tangga (*Scope 2*)

Untuk menguraikan jejak karbon dari penggunaan berbagai macam peralatan listrik rumah tangga dengan tolak ukur sebesar 0.8 kgCO₂e/kWh sebagai tingkat rata-rata jejak karbon dari produksi listrik oleh pembangkit listrik di pulau Jawa (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2021). Selanjutnya, untuk menentukan angka jejak karbon berbagai macam peralatan listrik rumah tangga dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Emisi = Penggunaan\ Daya\ (kWh) \times 0.80\ kgCO_2e$$

Pada bagian berikutnya akan ditampilkan tabel data jejak karbon berbagai macam peralatan listrik rumah tangga yang didapatkan dengan cara merujuk ke rumus yang telah dilampirkan sebelumnya.

Tabel 2.2 Jejak Karbon Dari Peralatan Listrik Rumah Tangga

Aktivitas	Jejak Karbon (kg CO ₂ e)	Satuan Pengukuran
Memakai laptop	0,08	per jam
Menyalakan lampu	0,008	per jam
Menggunakan AC (1 PK)	0,8	per jam
Menggunakan Kulkas 1 pintu	1,6	per hari
Menggunakan Kulkas 2 pintu	2,72	per hari
Menggunakan Kulkas 3 pintu	3,55	per hari
Menggunakan Kulkas 4 pintu	3,84	per hari

Penjabaran ini mengungkapkan bahwa jejak karbon dari penggunaan peralatan rumah tangga sebagian besar disebabkan oleh

pemakaian AC. Aktivitas yang membutuhkan pendingin, seperti AC dan juga kulkas, mengonsumsi listrik dengan tingkat yang relatif tinggi, sehingga pengeluaran jejak karbon mereka menjadi lebih signifikan.

2.3.1.3 Konsumsi Makanan (*Scope 3*)

Untuk variabel jejak karbon yang jatuh ke dalam cakupan 3 terdapat limitasi untuk tingkat keakuratan perhitungan yang disebabkan oleh banyaknya variabel-variabel lainnya yang ikut ke dalam proses cakupan ini. Pendekatan oleh Berners-Lee (2022) memberikan estimasi yang paling realistis dan praktis, namun tetap transparan mengenai ketidakpastian yang ada. Oleh karena itu, penjabaran data aktivitas-aktivitas yang berkontribusi kepada jejak karbon di bawah ini merupakan estimasi realistis dan praktis.

Tabel 2.3 Jejak Karbon dari Konsumsi Makanan

Produk	Jejak Karbon (kg CO ₂ e)	Satuan Pengukuran
Daging Ayam	8.1	per kg
Daging Sapi	25	per kg
Daging Babi	10	per kg
Daging Domba	21	per kg
Daging Ikan	2.1	per kg
Daging Udang	3.8	per kg
Susu Sapi	1.9	per kg
Susu Kacang Kedelai	0.4	per kg
Susu Oat	0.2	per kg
Telur Ayam	5.9	per kg
Sayuran Umbi	0.3	per kg
Sayuran Daun	1,15	per kg
Sayuran Batang	1,1	per kg
Sayuran Bunga	0,7	per kg
Aneka Bawang	0.5	per kg

Penjabaran ini mengungkapkan bahwa jejak karbon dari konsumsi dan pola makan berbasis hewani sangat signifikan dampaknya ke emisi jejak karbon. Jejak karbon dari konsumsi produk hewani biasanya berasal signifikan dari peternakan, tetapi transportasi, pengemasan, dan pendinginan juga berkontribusi ke jejak karbon produk hewani tersebut (Berners-Lee, 2022, p. 80).

Berdasarkan pemaparan teori di atas, dapat disimpulkan bahwa, meskipun perhitungan jejak karbon memiliki unsur ketidakpastian, penggunaan data estimasi praktis untuk kategori utama seperti transportasi, penggunaan listrik, dan konsumsi makanan menyediakan *framework* kuantitatif yang *solid*. Kumpulan data ini akan berfungsi sebagai basis teori utama untuk model kalkulasi dalam prototipe aplikasi pelacak jejak karbon. Terlebih lagi, pendekatan berbasis aktivitas dengan data yang disederhanakan ini secara strategis bertujuan untuk mempermudah proses pencatatan oleh pengguna, yang merupakan aspek krusial dalam perancangan *user experience*. Dengan demikian, fondasi data ini memungkinkan prototipe untuk secara efektif mendemonstrasikan fungsionalitas intinya, yaitu memberikan *feedback* yang terukur kepada pengguna mengenai dampak lingkungan dari pilihan gaya hidup mereka.

2.3.2 Aksi Nyata Untuk Mengurangi Jejak Karbon

Berdasarkan landasan teori oleh (Tout, 2022), berikut adalah daftar aksi nyata yang dapat dilakukan untuk mengurangi jejak karbon. Daftar ini disusun sebagai tinjauan pustaka untuk mengidentifikasi tindakan-tindakan praktis yang dapat diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari, yang dikelompokkan ke dalam kategori transportasi, penggunaan listrik, serta konsumsi dan pola makan.

Tabel 2.4 Contoh Aksi Nyata Untuk Mengurangi Jejak Karbon

Kategori	Aktivitas
Transportasi	Mengganti perjalanan menggunakan mobil dengan bersepeda atau berjalan kaki.
	Menggunakan transportasi umum seperti bus atau kereta api sebagai alternatif berkendara pribadi.
	Hindari perjalanan mobil yang sangat singkat (kurang dari 3 km).
	Saat membeli mobil baru, pilih mobil listrik.
Penggunaan Listrik	Mengganti semua bola lampu di rumah dengan LED, dan mematikan lampu saat tidak dibutuhkan.
	Mematikan lampu saat tidak dibutuhkan
	Mematikan peralatan elektronik dari sumber listrik saat tidak digunakan.
	Gunakan kipas angin sebagai alternatif pengganti AC
Konsumsi Produk dan Pola Makan	Kurangi konsumsi daging dan produk susu.
	Coba diet vegan, vegetarian, atau fleksitarian
	Pilih susu oat sebagai salah satu alternatif susu hewani
	Pilih makanan yang diproduksi secara lokal dan musiman untuk mengurangi emisi dari transportasi
	Pilih produk organik, karena pertanian organik menangkap dan menyimpan hingga 30% lebih banyak CO ₂ di dalam tanah dibandingkan pertanian konvensional.
	Hindari produk dengan kemasan berlebih dan bawa tas belanja sendiri yang dapat digunakan kembali.

Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dijabarkan, dapat disimpulkan bahwa terdapat serangkaian aksi nyata dan praktis yang dapat diadopsi oleh individu untuk mengurangi jejak karbon secara signifikan. Tindakan-tindakan ini secara langsung menargetkan tiga area gaya hidup

utama yaitu transportasi, penggunaan listrik, dan pola konsumsi. Daftar aksi inilah yang akan menjadi basis konten utama untuk fitur rekomendasi dan edukasi dalam prototipe aplikasi. Dengan demikian, aplikasi ini dirancang tidak hanya sebagai alat ukur, tetapi juga sebagai panduan proaktif yang memberdayakan pengguna dengan pengetahuan dan langkah-langkah konkret untuk melakukan perubahan gaya hidup yang lebih berkelanjutan.

2.3.3 Dampak Emisi CO₂e Terhadap Kesehatan

Dunia semakin didominasi oleh tuntutan produksi yang meninggalkan jejak signifikan terhadap lingkungan. Dari tuntutan produksi tersebut, terlepasnya berbagai macam emisi CO₂e yang dapat menyebabkan mengurangi potensi kesehatan suatu populasi (Gavurova et al., 2021, p. 2). Pengurangan potensi kesehatan tersebut dapat diukur dengan melihat tinggi atau rendahnya angka *Disability Adjusted Life Years* (DALYs) yang dapat diartikan sebagai jumlah tahun hidup yang hilang dan tahun hidup dengan disabilitas (Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2024, p. 7). Terlebih lagi, emisi CO₂e dapat menyebabkan beberapa penyakit non kronis dan kronis untuk suatu populasi.

2.3.3.1 Hubungan Dengan *Disability-Adjusted Life Years* (DALYs)

Emisi gas CO₂e memberikan dampak signifikan terhadap DALY, yang menunjukkan bahwa tingkat CO₂e yang lebih tinggi berkorelasi dengan peningkatan beban kesehatan masyarakat. Hal ini menunjukkan bahwa individu yang tinggal di wilayah dengan emisi CO₂e yang tinggi dapat menghadapi peningkatan risiko penurunan kesehatan yang terkait dengan paparan emisi karbon (Gavurova et al., 2021, p. 5), dari situ angka DALY juga meningkat yang berarti semakin banyak individu yang hidup dalam distabilitas dan semakin tinggi angka kematian dini. Sebaliknya, Gavurova et al., p. (2021, p. 7) juga menyoroti bahwa angka DALY dapat menurun ketika tingkat emisi CO₂e juga menurun, yang berarti lebih sedikit individu yang hidup dalam disabilitas, dan menurunnya angka kematian dini.

2.3.3.2 Penyakit Kronis Dari Paparan CO₂e

Berdasarkan studi oleh Yang et al., p. (2019, p. 3), paparan emisi CO₂e dapat menyebabkan beberapa penyakit kronis, termasuk penyakit jantung koroner, stroke, penyakit paru obstruktif kronis, dan kanker paru-paru. Selain itu, Yang et al., p. (2019, p. 1) juga mencatat bahwa bukti-bukti yang muncul menunjukkan adanya dampak kesehatan lainnya, seperti diabetes, masalah perkembangan saraf pada anak-anak, dan masalah neurodegeneratif pada orang dewasa. Terlebih lagi, paparan awal terhadap polusi udara, baik di dalam rahim atau selama masa kanak-kanak, dapat menyebabkan masalah kesehatan seumur hidup dan peningkatan risiko penyakit kronis di masa dewasa, termasuk penyakit jantung, diabetes, stroke, dan asma. Paparan tersebut juga dapat menyebabkan pertumbuhan paru-paru terhambat, penurunan fungsi paru-paru, dan peningkatan risiko kanker pada masa kanak-kanak.

Berdasarkan penjabaran di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa emisi CO₂e memiliki hubungan langsung dan merugikan terhadap kesehatan manusia. Dampak ini dapat dikuantifikasi melalui peningkatan angka *Disability-Adjusted Life Years* (DALYs) dan berbagai macam penyakit kronis, mulai dari gangguan kardiovaskular hingga kanker. Dengan demikian, wawasan tersebut menjadi salah satu latar masalah dalam perancangan ini. Oleh karena itu perancangan aplikasi ini tidak hanya diposisikan sebagai alat untuk kesadaran lingkungan, tetapi juga sebagai instrumen yang mendukung upaya kesehatan masyarakat dengan mendorong pengurangan paparan emisi berbahaya di tingkat individu.

2.3.4 Dampak Emisi CO₂e Terhadap Lingkungan

Berdasarkan studi oleh Nunes, p. (2023, p. 3), peningkatan emisi CO₂e di atmosfer memiliki banyak dampak merugikan terhadap lingkungan. Emisi ini merupakan pendorong utama pemanasan global dan perubahan iklim, yang pada gilirannya memicu serangkaian konsekuensi negatif. Peningkatan gas rumah kaca mengintensifkan efek rumah kaca alami, mempercepat

pemanasan global dan menyebabkan gangguan yang signifikan pada sistem bumi. Hal ini termasuk perubahan pola cuaca, seperti perubahan distribusi curah hujan, suhu, dan pola angin. Iklim yang memanas juga meningkatkan frekuensi dan tingkat keparahan bencana alam, termasuk badai, banjir, gelombang panas, dan kekeringan (Nunes, 2023, p. 4). Naiknya permukaan air laut adalah akibat langsung lainnya, yang disebabkan oleh ekspansi termal air dan mencairnya gletser dan lapisan es di kutub. Selain itu, penyerapan CO₂ berlebih oleh lautan menyebabkan pengasaman, yang berbahaya bagi kehidupan laut (Nunes, 2023, p. 13).

Dari penjabaran tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa peningkatan emisi CO₂e secara fundamental mengganggu keseimbangan sistem lingkungan. Dampaknya bersifat berjenjang, mulai dari percepatan pemanasan global, peningkatan frekuensi bencana alam, kenaikan permukaan air laut, hingga pengasaman lautan yang mengancam keanekaragaman hayati. Kondisi krisis lingkungan ini juga menjadi latar masalah yang melengkapi argumen kesehatan sebelumnya, dan melatarbelakangi pengembangan aplikasi pelacak jejak karbon. Oleh karena itu, aplikasi ini dirancang sebagai alat bantu praktis bagi individu untuk memahami dan mengambil peran aktif dalam mitigasi perubahan iklim, dimulai dari tindakan sehari-hari.

2.4 Penelitian Relevan

Dalam rangka memperkuat landasan teori penelitian dan menunjukkan kebaruan penelitian terdahulu, berikut adalah penelitian-penelitian yang relevan.

Tabel 2.5 Penelitian yang Relevan

No.	Judul Penelitian	Penulis	Hasil Penelitian	Kebaruan
1.	Creen: A Carbon Footprint Calculator Designed for	Jacob Abbott, Gege Gao, Patrick Shih	Prototipe aplikasi mobile Creen mengintegrasikan <i>Internet of Things</i> (IoT) untuk otomatisasi	Menyajikan data jejak karbon dengan metafora "jumlah pohon" dan otomatisasi input data melalui

	Calculation in Context		pengumpulan data energi dan menampilkan hasil jejak karbon menggunakan istilah "jumlah pohon yang dibutuhkan" agar lebih mudah dipahami pengguna.	integrasi perangkat IoT.
2.	Design of the Mobile Application to Reduce the Carbon Track	Sulistyo Heripracoyo, Fathan Zidni Imawan, Leonardus Williem Adikusumo,	Prototipe kalkulator jejak karbon dengan mekanisme carbon offset trading dirancang menggunakan UML	Mengintegrasikan fitur kalkulator jejak karbon dengan sistem kompensasi (carbon offset) melalui kontribusi nyata untuk restorasi lingkungan.
3.	Beyond Limitations of Current Behaviour Change Apps for Sustainable Mobility: Insights from a User-Centered	Francesca Cellina, Dominik Bucher, Jos Veiga Simo, Roman Rudel, Martin Raubal	Aplikasi GoEco! memanfaatkan pelacakan mobilitas otomatis, eco-feedback, perbandingan sosial, dan	Menerapkan Transtheoretical Model untuk perubahan perilaku dan mengganti sistem poin generik dengan gamifikasi

	Design and Evaluation Process		elemen gamifikasi	berbasis tujuan personal pengguna.
--	-------------------------------------	--	----------------------	--

Berdasarkan temuan dari penelitian-penelitian terdahulu, terlihat bahwa pengembangan aplikasi pelacak jejak karbon telah mengeksplorasi berbagai pendekatan fungsional, seperti integrasi IoT , mekanisme *carbon offsetting* , dan gamifikasi. Meskipun demikian, muncul sebuah pola kelemahan yang konsisten pada aspek *user experience*, yang mencakup desain *user interface* yang kurang intuitif, kurangnya visualisasi data progres yang jelas, dan *feedback* yang kurang memotivasi.

Oleh karena itu, perancangan ini menawarkan beberapa unsur kebaruan untuk mengatasi celah tersebut dengan mengembangkan metode *input* data yang lebih intuitif melalui desain UI yang disempurnakan. Terlebih lagi, perancangan ini dapat memperkuat pengalaman pengguna dengan mengintegrasikan elemen gamifikasi yang dirancang untuk meningkatkan motivasi secara berkelanjutan. Hal ini akan diwujudkan melalui *feedback* yang lebih baik, seperti menyajikan data pengurangan jejak karbon sebagai sebuah pencapaian, memberikan penjelasan transparan atas kontribusi moneter untuk *carbon offset*, serta menampilkan estimasi penghematan finansial sebagai insentif tambahan untuk perubahan perilaku.