

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pengembangan aplikasi otomasi untuk jaringan *Fiber to The Home* (FTTH) merupakan kebutuhan krusial dalam memenuhi permintaan pasar akan layanan internet berkecepatan tinggi yang terus meningkat. Implementasi jaringan FTTH sendiri adalah upaya multi-fase yang menuntut perencanaan dan pengoptimalan yang cermat untuk memastikan kelangsungan ekonomi, efisiensi operasional, dan skalabilitas (Verbrugge dkk., 2008) . Penggabungan otomasi dalam desain jaringan FTTH memiliki potensi signifikan untuk mengurangi pengeluaran modal dan meningkatkan efisiensi biaya investasi melalui penerapan algoritma dan teknologi yang canggih.

Penempatan strategis peralatan, seperti *Optical Line Terminal* (OLT), *Optical Network Terminal* (ONT), dan *splitter* sangat penting. Otomatisasi desain jaringan FTTH dapat menyempurnakan penerapan ini untuk mengurangi biaya dan meningkatkan kinerja jaringan. Otomatisasi dapat memfasilitasi perampingan konfigurasi perangkat jaringan, memastikan pengaturannya yang akurat dan efisien. Hal ini krusial untuk mengurangi kemungkinan kesalahan manusia dan meningkatkan keandalan jaringan. Kerangka kerja otomatis dapat menjamin perutean kabel serat optik yang paling efisien, meminimalkan panjang kabel serat optik yang diperlukan dan membatasi biaya pemasangan. Proses ini memerlukan pemanfaatan algoritma untuk melakukan identifikasi jalur terpendek dan paling ekonomis untuk penggelaran jaringan FTTH (Alkhajeh dkk., 2023; Correia dkk., 2023).

Integrasi data geografis ke dalam metodologi desain dapat lebih meningkatkan optimalisasi perutean kabel dengan memperhitungkan kondisi geografis dan infrastruktur eksisting yang ada. Selain itu, otomasi dapat memperbaiki alokasi pelanggan ke node jaringan, sehingga memastikan distribusi beban yang seimbang dan pemanfaatan sumber daya jaringan yang efisien (Al Romaithi et al., 2020). Berbagai opsi untuk topologi jaringan, seperti konfigurasi

pohon atau bintang, dapat diotomatisasi untuk menyelaraskan dengan skenario aplikasi tertentu dan upaya efisiensi biaya.

Secara keseluruhan, otomasi desain dapat secara signifikan mengurangi biaya investasi dengan mengoptimalkan penyebaran komponen pasif dan aktif, termasuk sambungan, terminasi serat optik, dan pasif splitter optik (Hernandez et al., 2022). Otomasi juga membantu dalam pengurangan komponen dan sumber daya redundan yang krusial untuk penerapan jaringan yang layak secara ekonomi (Naeem dkk., 2021). Teknologi canggih seperti algoritma genetik dan pembelajaran mesin dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan proses otomasi, memungkinkan jaringan untuk belajar dari implementasi sebelumnya dan terus menyempurnakan efisiensi desain (Correia dkk., 2023; Cruzes, 2023).

Meskipun otomasi menawarkan banyak keuntungan dalam desain jaringan FTTH, secara bersamaan ia juga memperkenalkan tantangan signifikan. Tantangan ini meliputi peningkatan konsumsi daya dan persyaratan untuk algoritma serta teknologi canggih yang kompleks. Selain itu, transisi dari sistem manual ke sistem otomatis memerlukan investasi besar dalam alat baru dan pelatihan personel yang menyeluruh. Penerapan otomasi dalam perencanaan jaringan, dicontohkan dengan pemanfaatan *Mixed-Integer Linear Programming* (MILP), membantu meminimalkan investasi modal melalui optimalisasi spesifikasi peralatan serat dan mitigasi konsumsi sumber daya yang berlebihan (Naeem dkk., 2021). Namun, perlu diingat bahwa implementasi FTTH yang membutuhkan kecepatan dalam perencanaan jaringan optik, khususnya untuk jaringan akses broadband, merupakan proses yang kompleks dan memakan waktu. Menentukan lokasi optimal peralatan jaringan seperti (ONT, Splitter, dan OLT), menentukan jalur kabel yang paling efisien, dan menghitung kapasitas jaringan yang dibutuhkan merupakan tantangan utama. Walaupun demikian, dengan menggunakan peta digital, informasi geografis seperti jalan raya, bangunan, dan kepadatan penduduk dapat dipertimbangkan dalam proses perencanaan, sehingga menghasilkan desain jaringan yang lebih optimal dan sesuai kebutuhan (Arifdjanov & Sadchikova, 2022).

Proses pembuatan aplikasi untuk otomasi desain jaringan FTTH tentunya membutuhkan metode yang paling sesuai dengan kebutuhan pengguna dan juga

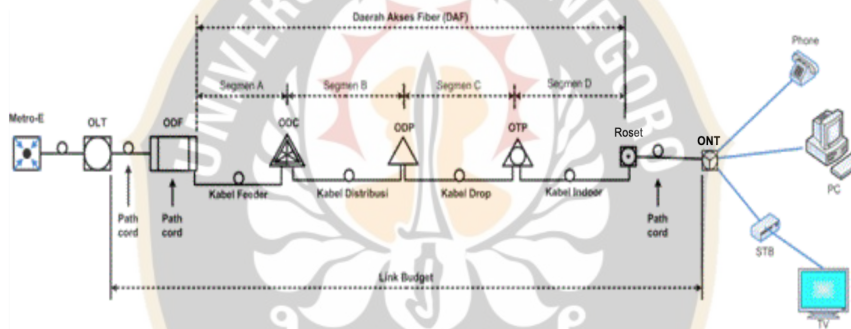
sejalan dengan aspek bisnis perusahaan. Dampak Inovasi dan strategi bisnis, sebagaimana dipengaruhi oleh penerapan metodologi ini, jelas terlihat, karena perusahaan diberdayakan untuk menciptakan produk dan layanan yang semakin relevan dan adaptif dengan tuntutan pasar yang berkembang. *Design Thinking* secara fundamental memupuk kreativitas dan kemampuan pemecahan masalah, yang sangat penting untuk inovasi model bisnis. Metodologi ini menekankan empati, ideasi, pembuatan prototipe dan pengujian, sehingga memungkinkan organisasi untuk membuat solusi yang berpusat pada pengguna dan meningkatkan alur kerja operasional (Helman, 2024; You, 2022).

Penggunaan *Design Thinking* dengan orientasi strategis ke depan dan *Business Model Canvas* membantu organisasi dalam bermanuver melalui lingkungan yang rumit dan merancang strategi kompetitif (Graf, 2021). Metodologi ini melengkapi penalaran analitis dengan memprioritaskan kebutuhan konsumen dan pembuatan prototipe berulang. Sementara *Design Thinking* modern menghasilkan nilai melalui wawasan pengguna, ia memerlukan kerangka kerja berorientasi bisnis tambahan untuk penangkapan nilai yang efektif, sehingga menyoroti pentingnya arsitektur strategis yang seimbang (Silva & Zancul, 2023). Terlepas dari efektivitas mengintegrasikan *Design Thinking* dan *Business Model Canvas* dalam mendorong inovasi dan kemajuan strategis, tantangan terus-menerus tetap ada. Prediktabilitas dan linearitas proses ini kadang-kadang bisa sangat terbatas, menimbulkan risiko potensial selama fase inisiasi dan implementasi (You, 2022). Selain itu, kebutuhan metodologi khusus dan alat desain yang dipesan lebih dahulu untuk konteks tertentu sangat penting untuk mengoptimalkan efektivitasnya (Massa, 2024). Meskipun demikian, pemanfaatan penggunaan *Design Thinking* dan *Business Model Canvas* terus menghasilkan wawasan dan kerangka kerja yang tak ternilai bagi organisasi yang berusaha untuk berinovasi dan beradaptasi dalam bisnis yang dinamis. Dalam konteks pengembangan aplikasi otomasi desain jaringan *FTTH*, kombinasi kedua metode ini dapat memastikan bahwa solusi yang dihasilkan tidak hanya secara teknis efisien, tetapi juga berpusat pada pengguna dan memiliki model bisnis yang berkelanjutan.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Teknologi Fiber to The Home (FTTH)

Fiber to The Home (FTTH) merupakan sistem transmisi sinyal optik dari pusat penyedia (*provider*) ke lokasi pelanggan menggunakan serat optik sebagai media pengiriman. Sistem ini menyediakan layanan *Triple Play Services*, yaitu akses internet berkecepatan tinggi, layanan suara (jaringan telepon) dan layanan video (TV kabel) ke pelanggan. Teknologi serat optik berkembang menggantikan kabel tembaga konvensional, didorong oleh kebutuhan akan kapasitas *bandwidth* jaringan telekomunikasi yang besar. Perkembangan inilah yang menjadi pendorong utama adanya teknologi FTTH (Al Fathi dkk., 2023). Adapun arsitektur jaringan FTTH seperti pada Gambar 2.2.1.1 di bawah ini.



Gambar 2.2.1.1 Arsitektur Jaringan FTTH

Berikut penjelasan singkat komponen – komponen pada arsitektur FTTH sesuai Gambar 2.2.1.1 (IODN_Telkom, 2019; MI & Saragih, 2023):

1) OLT (*Optical Line Terminal*)

OLT adalah perangkat aktif krusial yang berfungsi sebagai titik agregasi dan kontrol pusat dalam infrastruktur jaringan optik pasif (*Passive Optical Network/PON*). OLT bertanggung jawab menerima sinyal data dari jaringan *Metro-Ethernet* (*Metro-E*) dan mengonversinya menjadi format optik yang sesuai untuk transmisi melalui serat optik pada jaringan *PON*. Perangkat ini juga melakukan multiplexing, mengelola alokasi bandwidth, serta menyediakan fungsi manajemen dan pengawasan bagi seluruh *Optical Network Unit* (ONU) atau *Optical Network Terminal* (ONT) yang terhubung.

Penempatan OLT umumnya berada di *Central Office* (CO) atau *head-end* jaringan.

2) ODF (*Optical Distribution Frame*)

ODF adalah panel terminasi pasif yang esensial dalam infrastruktur optik, berfungsi sebagai titik interkoneksi dan distribusi awal serat optik. ODF memungkinkan *cross-connection* dan manajemen serat optik yang efisien, memfasilitasi penataan, perlindungan, dan pemeliharaan koneksi serat antara perangkat aktif seperti OLT dan kabel *feeder*. ODF memastikan fleksibilitas dalam konfigurasi jaringan dan kemudahan dalam penambahan atau perubahan koneksi.

3) Kabel *Feeder*

Kabel *Feeder* adalah segmen kabel serat optik utama yang menghubungkan ODF di *Central Office* ke *Optical Distribution Cabinet* (ODC). Kabel ini bertanggung jawab untuk mentransmisikan sinyal optik dengan kapasitas tinggi dari titik agregasi pusat menuju area distribusi primer. Pemilihan jenis kabel feeder didasarkan pada jarak transmisi dan kapasitas *bandwidth* yang dibutuhkan, serta ketahanannya terhadap kondisi lingkungan.

4) *Optical Distribution Cabinet* (ODC)

ODC adalah titik distribusi pasif yang ditempatkan di area outdoor, berfungsi sebagai lokasi penampungan splitter optik primer. Pada ODC, sinyal optik yang dibawa oleh kabel feeder akan dibagi menjadi beberapa output yang kemudian akan didistribusikan ke area akses pelanggan melalui kabel distribusi. ODC menyediakan perlindungan terhadap elemen lingkungan dan akses untuk pemeliharaan jaringan.

5) Kabel Distribusi

Kabel Distribusi adalah segmen kabel serat optik yang membentang dari *Optical Distribution Cabinet* (ODC) menuju *Optical Distribution Point* (ODP). Kabel ini menyalurkan sinyal optik yang telah dibagi dari ODC ke area akses pelanggan yang lebih spesifik atau cluster pelanggan. Desain dan kapasitas kabel distribusi disesuaikan dengan jumlah pelanggan yang dilayani pada area tersebut.

6) *Optical Distribution Point (ODP)*

ODP adalah titik distribusi sekunder yang lokasinya lebih dekat dengan pelanggan, seringkali diletakkan pada tiang atau di bawah tanah. ODP dapat menampung splitter optik sekunder untuk pembagian sinyal lebih lanjut, atau berfungsi sebagai titik terminasi langsung untuk kabel drop yang menuju lokasi pelanggan. ODP memainkan peran vital dalam distribusi sinyal optik akhir sebelum mencapai premis pelanggan.

7) *Kabel Drop*

Kabel *Drop* adalah segmen serat optik yang menghubungkan *Optical Distribution Point (ODP)* ke *Optical Terminal Point (OTP)* di dalam properti pelanggan, atau dalam beberapa konfigurasi, langsung ke *Optical Network Terminal (ONT)*. Kabel ini merupakan sambungan serat optik terakhir yang secara langsung mengantarkan sinyal optik ke lokasi pelanggan, dan didesain untuk instalasi yang fleksibel serta perlindungan terhadap kerusakan.

8) *Kabel Indoor*

Kabel *Indoor* adalah serat optik yang digunakan untuk menghubungkan *Optical Terminal Point (OTP)* ke *Optical Network Terminal (ONT)* di dalam lokasi pelanggan. Kabel ini dirancang khusus untuk lingkungan dalam ruangan, mempertimbangkan fleksibilitas, estetika, dan standar keamanan yang berlaku.

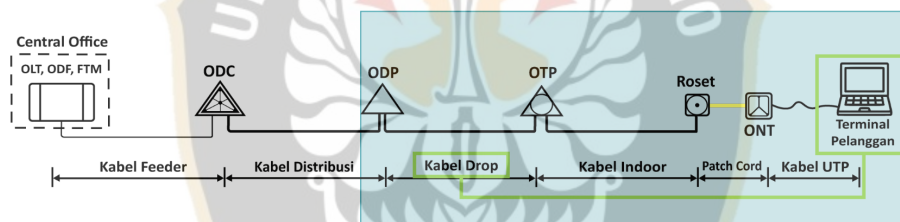
9) *Optical Network Terminal (ONT)*

ONT adalah perangkat aktif yang dipasang di sisi pelanggan, berfungsi sebagai titik konversi akhir dalam jaringan FTTH. *ONT* bertanggung jawab untuk mengubah sinyal optik yang diterima dari *Optical Distribution Network (ODN)* menjadi sinyal elektrik. Sinyal elektrik ini kemudian dapat digunakan oleh berbagai perangkat pelanggan seperti komputer pribadi (PC), televisi (TV), Set-Top Box (STB), telepon, dan perangkat pintar lainnya, memungkinkan akses ke layanan broadband dan multimedia.

Dalam implementasi FTTH di PT Telkom Indonesia terdapat pengelompokan proses pekerjaan yang terkait dengan pemasangan layanan terhadap pelanggan baru dengan memanfaatkan jaringan FTTH yang disebut sebagai *Provisioning* sebagai berikut (Provisioning_Telkom, 2024):

1) *Provisioning Type-1 (PT-1)*

Provisioning Type-1 (PT-1) merujuk pada skenario pemasangan kabel drop dari *Optical Distribution Point* (ODP) yang telah tersedia menuju premis pelanggan. Model ini diterapkan ketika infrastruktur backbone FTTH, termasuk ODC, kabel distribusi, dan ODP, telah terinstal dan berfungsi dengan baik di lokasi pelanggan. Proses ini melibatkan penarikan *kabel drop* dari ODP terdekat, pemasangan *Optical Terminal Point* (OTP) di dalam rumah, serta instalasi *Optical Network Terminal* (ONT) dan konfigurasi perangkat pendukung seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.2.1.2. Model PT-1 merupakan metode *provisioning* yang paling efisien karena memanfaatkan infrastruktur yang sudah ada, sehingga meminimalkan pekerjaan konstruksi sipil dan mempercepat waktu aktivasi layanan.

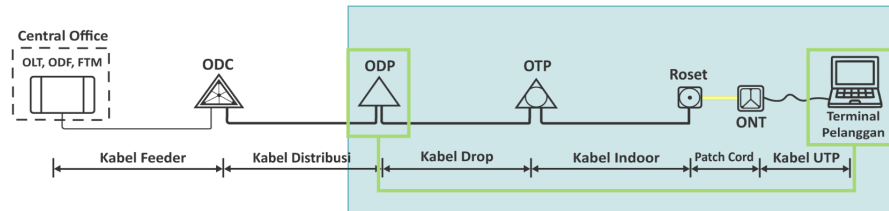


Gambar 2.2.1.2 Model Provisioning Type-1

2) *Provisioning Type-2 (PT-2)*

Provisioning Type-2 (PT-2) didefinisikan sebagai aktivitas pemasangan ODP baru yang berasal dari kabel distribusi. Model ini diterapkan pada area yang telah memiliki infrastruktur feeder dan kabel distribusi hingga *Optical Distribution Cabinet* (ODC), namun belum memiliki ODP yang mencukupi untuk menjangkau pelanggan baru. Dalam skenario ini, pekerjaan meliputi instalasi ODP, penarikan kabel *drop* dari ODP tersebut ke pelanggan, serta pemasangan dan konfigurasi perangkat di sisi pelanggan. Gambar 2.2.1.3 menyajikan diagram alir dari Model *Provisioning Type-2*. Proses ini memerlukan penambahan elemen jaringan pasif yaitu *ODP* untuk memperluas

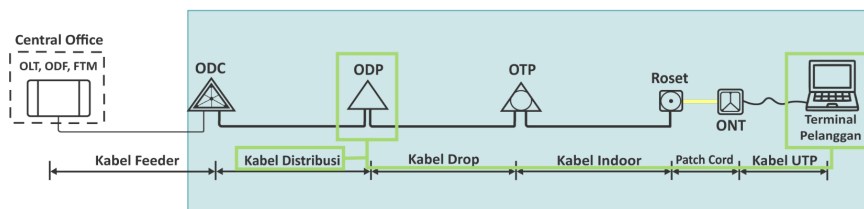
jangkauan layanan FTTH di area yang sudah memiliki jaringan FTTH dan ketersediaan *core* kabel distribusi.



Gambar 2.2.1.3 Model Provisioning Type-2

3) *Provisioning Type-3 (PT-3)*

Provisioning Type-3 (PT-3) merupakan jenis provisioning yang paling komprehensif, melibatkan penarikan kabel distribusi baru dari *Optical Distribution Cabinet* (ODC) dan pemasangan ODP baru di lokasi yang masih belum terjangkau oleh infrastruktur jaringan FTTH *eksisting*. Model ini umumnya diterapkan pada area *greenfield* atau area yang mengalami ekspansi jaringan signifikan, di mana infrastruktur kabel distribusi belum tersedia. Pekerjaan meliputi instalasi kabel distribusi, pemasangan ODP, penarikan kabel drop, serta konfigurasi perangkat di sisi pelanggan. Representasi visual dari Model *Provisioning Type-3* dapat dilihat pada Gambar 2.2.1.4. Jenis provisioning ini membutuhkan investasi dan waktu implementasi yang lebih besar karena melibatkan pembangunan infrastruktur jaringan dari ODC hingga titik akses pelanggan.



Gambar 2.2.1.4 Model Provisioning Type-3

2.2.2 Metode Design Thinking

Design Thinking merupakan suatu pendekatan sistematis dalam pemecahan masalah yang berpusat pada manusia, menekankan empati, kreativitas, dan iterasi untuk mengembangkan solusi inovatif dan berkelanjutan. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada produk akhir, melainkan juga pada pemahaman mendalam terhadap kebutuhan pengguna dan konteks masalah. Metode ini terdiri dari beberapa fase yang saling terkait dan bersifat iteratif, seperti yang digambarkan pada Gambar 2.2.2.1 (Morey, 2024).



Gambar 2.2.2.1 Fase *Design Thinking*

Berikut penjelasan dari masing – masing fase sesuai pada Gambar 2.2.2.1 tersebut di atas:

1) *Empathize*

Fase ini merupakan titik tolak fundamental dalam proses *Design Thinking*. Fokus utamanya adalah untuk membangun pemahaman yang komprehensif mengenai masalah yang akan dipecahkan. Ini melibatkan identifikasi pihak-pihak yang akan diintegrasikan ke dalam proses dan penentuan perspektif teknis yang relevan. Lebih lanjut, esensi fase ini adalah perumusan pertanyaan kunci yang secara spesifik mendefinisikan kebutuhan atau masalah pelanggan. Ini memastikan bahwa upaya selanjutnya akan terarah pada tantangan yang paling relevan dan berdampak bagi pengguna akhir. Setelah pemahaman awal terbentuk, lalu observasi melibatkan studi mendalam dan pengamatan langsung di lapangan terkait kebutuhan atau isu yang diangkat oleh pelanggan. Metodologi yang digunakan dapat bervariasi, meliputi survei tertulis, wawancara mendalam, dan studi observasional yang didokumentasikan melalui citra atau rekaman video. Luaran dari fase ini adalah klarifikasi kondisi

umum, definisi yang tepat mengenai kelompok sasaran, serta pemahaman yang menyeluruh tentang tuntutan dan perilaku pelanggan. Observasi ini esensial untuk memperoleh wawasan yang otentik dan tidak bias mengenai pengalaman pengguna.

2) *Define*

Setelah akuisisi data dan wawasan yang komprehensif dari fase observasi, fase ini berkonsentrasi pada proses sintesis temuan dan artikulasi masalah dari perspektif pengguna. Temuan *observasional* harus dikonsolidasi dan diringkas secara presisi untuk memodelkan persona pengguna tunggal (prototipe), dengan masalah atau kebutuhan esensial yang kemudian diformulasikan menjadi pertanyaan riset yang terdefinisi secara operasional. *Point-of-View statement* yang terartikulasi secara kuat memiliki implikasi metodologis yang *substansial*. Secara fundamental, konstruksi ini berfungsi tidak hanya sebagai pendukung untuk fase ideasi yang berkelanjutan namun secara fundamental memastikan bahwa solusi-solusi yang dirancang akan memiliki relevansi inheren dan sepenuhnya berorientasi pada pemenuhan kebutuhan inti pengguna. Fase ini merepresentasikan transisi kritis dari pengumpulan data empiris ke formulasi tantangan desain yang terarah, yang menjadi landasan bagi pengembangan intervensi inovatif yang terinformasi dan berdaya guna secara signifikan bagi pengalaman pengguna.

3) *Ideate*

Fase ideasi merupakan tahapan krusial dalam siklus *Design Thinking* yang berpusat pada eksplorasi dan sintesis solusi potensial. Pada domain ini, proses *brainstorming* atau pencarian ide-ide konseptual dilakukan secara menyeluruh. Karakteristik esensial dari fase ini adalah dorongan untuk menghasilkan spektrum ide yang luas dan beragam (*divergent thinking*), mencakup gagasan yang bersifat konvensional hingga yang tampak tidak mungkin sekalipun, guna memprovokasi pemikiran lateral dan inovatif. Setelah proses generasi ide, langkah selanjutnya melibatkan analisis dan kurasi ide-ide tersebut. Analisis ini dilakukan secara sistematis dari perspektif yang berpusat pada pelanggan (*customer centric perspective*) untuk mengidentifikasi potensi kelemahan serta

mengevaluasi kelayakan dan dampak setiap ide. Keputusan seleksi didasarkan pada evaluasi komparatif dari berbagai ide yang dihasilkan. Tujuan akhir dari fase ideasi adalah untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan sejumlah gagasan yang layak dan memiliki potensi tinggi. Ide-ide terpilih ini kemudian akan ditingkatkan ke fase berikutnya, yaitu pengembangan prototipe, untuk validasi dan pengujian empiris lebih lanjut. Fase ini secara signifikan berkontribusi pada transisi dari pemahaman masalah yang terdefinisi ke eksplorasi solusi yang konkret.

4) **Prototype**

Fase prototipe dalam metodologi *Design Thinking* memegang peranan krusial sebagai jembatan antara domain ideasi abstrak dan validasi empiris. Pada tahapan ini, gagasan-gagasan inovatif yang telah diseleksi secara cermat dari fase sebelumnya diwujudkan menjadi bentuk-bentuk prototipe, baik yang bersifat *tangible* (fisik) maupun *intangible* (konseptual, seperti simulasi layanan). *Objektif* dari fase ini adalah untuk mengkonkretkan ide melalui berbagai media seperti visualisasi grafis, sketsa rinci, perencanaan sistematis, pemodelan, atau simulasi digital, dengan kecepatan dan efisiensi maksimal. Proses ini esensial untuk memfasilitasi eksplorasi awal terhadap solusi potensial dalam bentuk yang dapat diuji. Setelah prototipe dikembangkan, mereka didistribusikan secara internal di antara anggota tim desain dan pengembangan. Distribusi ini bertujuan untuk melakukan evaluasi kelayakan multi dimensi terhadap desain. Kriteria evaluasi mencakup aspek ergonomi, fungsionalitas, kepraktisan implementasi, serta analisis estimasi biaya produksi atau penyediaan layanan. Melalui proses evaluasi internal ini, prototipe yang menunjukkan ketidaksesuaian fundamental atau kelemahan signifikan dapat diidentifikasi, sementara ide-ide yang memiliki potensi nyata untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan target bisnis dapat dilanjutkan ke tahap pengujian eksternal. Jurnal tersebut secara khusus menekankan adopsi " pembuatan prototipe cepat" (*rapid prototyping*). Pendekatan ini tidak terbatas pada pengembangan produk manufaktur, melainkan juga sangat relevan untuk prototipe layanan atau proses. Keunggulan *rapid prototyping* terletak pada

kemampuannya untuk mengisolasi dan menguji fitur atau aspek spesifik dari solusi yang diusulkan secara efisien. Hal ini memfasilitasi siklus umpan balik (*feedback*) yang cepat dan *iteratif*, yang sangat berperan besar dalam mengidentifikasi area perbaikan dan menyempurnakan desain secara berkelanjutan sebelum investasi sumber daya yang signifikan untuk implementasi skala penuh. Dengan demikian, fase prototipe berfungsi sebagai arena eksperimen yang memungkinkan pembelajaran cepat dan mitigasi risiko desain.

5) *Test*

Fase pengujian merupakan tahapan konklusif dalam siklus *Design Thinking* yang esensial untuk validasi solusi. Pada domain ini, gagasan-gagasan yang telah dimanifestasikan dalam bentuk prototipe akan diuji secara komprehensif melalui serangkaian eksperimen dan pengumpulan umpan balik dari pengguna akhir. Tujuan utamanya adalah untuk mengevaluasi efektivitas, kegunaan, dan daya tarik solusi yang diusulkan dalam kondisi mendekati lingkungan nyata. Selain itu, fase ini juga krusial untuk mengklarifikasi isu-isu signifikan yang berkaitan dengan aspek pengembangan lebih lanjut, potensi produksi, dan strategi pemasaran. Meskipun dalam proses *Design Thinking* fase ini tampak sebagai akhir, jurnal menekankan bahwa pengujian harus dilakukan di bawah kondisi yang terkontrol, bebas dari bias dan asumsi dengan tujuan utama untuk menyempurnakan produk menjadi yang terbaik. Sifat iteratif *Design Thinking* sangat menonjol pada fase ini. Hasil pengujian akan mengungkap kebutuhan untuk kembali ke fase-fase sebelumnya, seperti ideasi atau bahkan pemahaman masalah, untuk penyesuaian kembali desain. Ini mengindikasikan bahwa fase pengujian bukan hanya terminal validasi, melainkan juga pendorong pembelajaran berkelanjutan dan adaptasi desain. Oleh karena itu, pengujian berfungsi sebagai mekanisme umpan balik kritis yang memastikan bahwa solusi yang dikembangkan tetap relevan, fungsional, dan benar-benar memenuhi kebutuhan pengguna, bahkan memicu inovasi *disruptif* dalam prosesnya.

Metode *Design Thinking* berbeda secara signifikan dari metode pemecahan masalah tradisional, yang seringkali linier, analitis, dan berfokus pada menemukan solusi tunggal. Adapun prinsip utama dalam *Design thinking* adalah sebagai berikut :

1) **Pendekatan yang berpusat pada manusia**

Design Thinking menempatkan pengguna akhir pada inti dari proses pemecahan masalah. Ini menekankan pemahaman kebutuhan, keinginan, dan tantangan orang-orang untuk siapa solusi sedang dirancang. Pendekatan yang berpusat pada manusia ini memastikan bahwa solusi bermakna dan relevan dengan audiens target (Morey, 2024). Komponen penting dari *Design Thinking* adalah empati, yang melibatkan pemahaman mendalam tentang perspektif dan pengalaman pengguna. Ini dicapai melalui teknik seperti wawancara, pengamatan, dan pengalaman pengguna (Msokera dkk., 2023). *Design Thinking* mendorong umpan balik berkelanjutan dari pengguna selama proses berulang, memastikan bahwa solusi berkembang berdasarkan wawasan dunia nyata (Morey, 2024).

2) **Proses Iteratif**

Design Thinking secara *inheren* berulang, melibatkan siklus berulang pembuatan prototipe, pengujian, dan penyempurnaan. Ini kontras dengan pemecahan masalah tradisional, yang sering mengikuti pendekatan linier dan tunggal. Pembuatan prototipe memungkinkan desainer untuk memvisualisasikan dan menguji ide dengan cepat, bahkan jika mereka tidak sempurna. Langkah ini sangat penting untuk mengidentifikasi potensi kekurangan dan mengumpulkan umpan balik (Morey, 2024). Sifat berulang dari *Design Thinking* memastikan bahwa solusi terus ditingkatkan berdasarkan umpan balik pengguna dan perubahan keadaan (Bender-Salazar, 2023; Bessalyuk & Protsak, 2021).

3) **Kreativitas dan Pemikiran Divergen**

Design Thinking mendorong pemikiran kreatif dan divergen, terutama selama fase ide. Ini melibatkan menghasilkan berbagai ide tanpa penilaian langsung, yang mendorong inovasi. Teknik seperti *brainstorming*, pemetaan pikiran, dan *SCAMPER* (*Substitute, Combine, Adapt, Modify, Put to Another Use, Eliminate, Reverse*) digunakan untuk merangsang pemikiran kreatif (Bespalyuk & Protsak, 2021). *Design Thinking* mempromosikan eksperimen, memungkinkan individu untuk mengeksplorasi solusi yang tidak konvensional dan belajar dari kegagalan (Morey, 2024).

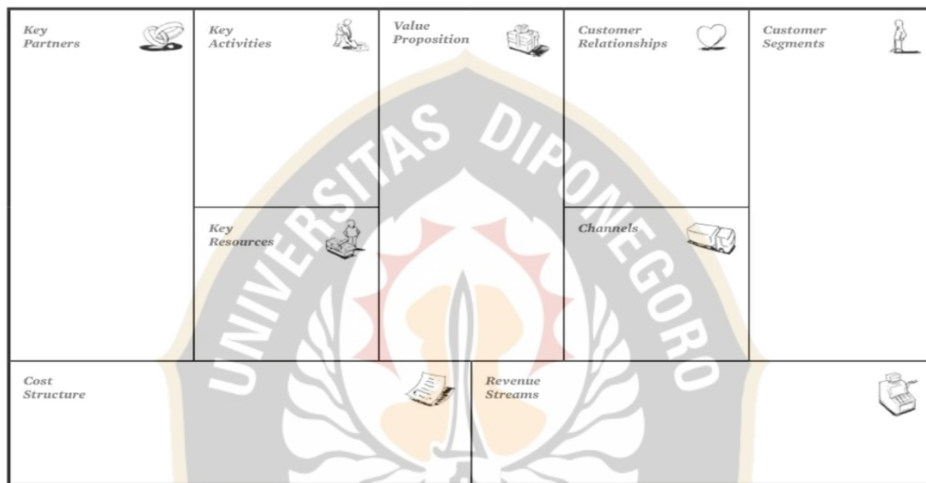
4) **Kolaborasi dan Lintas Fungsionalitas**

Design Thinking berkembang pada kolaborasi di antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk desainer, insinyur, pemasar, dan pengguna akhir. Pendekatan lintas fungsi ini memastikan bahwa solusi menyeluruh dan membahas berbagai perspektif (Bespalyuk & Protsak, 2021). Keterlibatan individu dari berbagai disiplin ilmu menumbuhkan pemahaman yang lebih holistik tentang masalah dan mengarah pada solusi inovatif. Partisipasi aktif dari pemangku kepentingan sepanjang proses desain memastikan bahwa solusi selaras dengan tujuan organisasi dan kebutuhan pengguna (Msokera dkk., 2023).

Design Thinking menawarkan pendekatan unik untuk pemecahan masalah yang menekankan empati, kreativitas, dan iterasi. Dengan berfokus pada kebutuhan pengguna akhir dan mendorong kolaborasi, *Design Thinking* menumbuhkan solusi inovatif yang bermakna dan efektif. Sebaliknya, pendekatan pemecahan masalah tradisional sering memprioritaskan efisiensi dan logika daripada desain yang berpusat pada pengguna, yang mengarah pada solusi yang mungkin tidak sepenuhnya mengatasi akar penyebab masalah. Ketika organisasi semakin menghadapi tantangan yang kompleks dan dinamis, *Design Thinking* menyediakan kerangka kerja yang kuat untuk menciptakan solusi yang berkelanjutan dan berdampak.

2.2.3 Metode *Business Model Canvas*

Metode selanjutnya yaitu *Business Model Canvas* yang merupakan alat manajemen strategis yang menyediakan kerangka kerja komprehensif bagi bisnis untuk merancang, berinovasi, dan menganalisis model bisnis mereka. *Business Model Canvas* terdiri dari sembilan elemen kunci yang saling berhubungan dan memainkan peran penting dalam membentuk strategi bisnis secara keseluruhan seperti pada Gambar 2.2.3.1 (Osterwalder & Pigneur, 2010).



Gambar 2.2.3.1 Business Model Canvas

Business Model Canvas berfungsi sebagai bahasa bersama yang memungkinkan deskripsi dan manipulasi model bisnis secara komprehensif. Sembilan blok sesuai Gambar 2.2.3.1 tersebut adalah sebagai berikut:

1) Segmen Pelanggan (*Customer Segments*)

Blok ini mendefinisikan kelompok individu atau organisasi yang menjadi target nilai yang diciptakan oleh perusahaan. Identifikasi segmen pelanggan yang tepat sangat krusial, karena model bisnis dirancang untuk memenuhi kebutuhan spesifik mereka. Perusahaan harus membuat keputusan sadar tentang segmen mana yang akan dilayani dan mana yang akan diabaikan. Segmen pelanggan dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis, termasuk pasar massal yang tidak membedakan segmen berbeda, ceruk pasar yang melayani segmen sangat spesifik, tersegmentasi untuk kebutuhan yang sedikit berbeda,

terdiversifikasi untuk segmen yang tidak berhubungan, atau platform multisisi yang melayani dua atau lebih kelompok pelanggan yang saling bergantung, di mana nilai bagi satu kelompok bergantung pada kehadiran kelompok lain.

2) Proposisi Nilai (*Value Propositions*)

Proposisi nilai adalah inti dari model bisnis, menjelaskan mengapa pelanggan beralih ke satu perusahaan dibandingkan yang lain. Ini adalah bundel produk dan layanan yang secara spesifik dirancang untuk memecahkan masalah pelanggan atau memenuhi kebutuhan mereka. Nilai yang ditawarkan dapat bersifat kuantitatif (misalnya, harga, kecepatan layanan) atau kualitatif (misalnya, desain, pengalaman pelanggan). Elemen-elemen yang berkontribusi pada penciptaan nilai sangat beragam, meliputi kebaruan penawaran, peningkatan kinerja produk atau layanan, kemampuan kustomisasi untuk kebutuhan individu atau segmen, membantu pelanggan menyelesaikan pekerjaan tertentu secara efektif, desain yang superior, nilai yang berasal dari merek atau status, penawaran harga yang lebih rendah, membantu pelanggan mengurangi biaya atau risiko, peningkatan aksesibilitas terhadap produk atau layanan, dan peningkatan kenyamanan atau kegunaan.

3) Saluran (*Channels*)

Saluran adalah antarmuka perusahaan dengan pelanggan, meliputi komunikasi, distribusi, dan penjualan. Saluran ini berperan penting dalam keseluruhan pengalaman pelanggan. Fungsi utama saluran mencakup peningkatan kesadaran pelanggan tentang produk dan layanan, membantu pelanggan mengevaluasi proposisi nilai, memungkinkan pelanggan untuk membeli produk dan layanan tertentu, mengirimkan proposisi nilai kepada pelanggan, serta menyediakan dukungan pelanggan pasca-pembelian. Perusahaan dapat memilih untuk menjangkau pelanggan melalui saluran milik sendiri yaitu langsung seperti tenaga penjualan internal atau situs web dan yang tidak langsung seperti toko ritel milik sendiri, atau melalui saluran mitra, tidak langsung, seperti distributor grosir atau situs web mitra, atau kombinasi keduanya. Keseimbangan yang tepat antara jenis-jenis saluran ini sangat

penting untuk memaksimalkan pendapatan dan menciptakan pengalaman pelanggan yang luar biasa.

4) Hubungan Pelanggan (*Customer Relationships*)

Blok ini menggambarkan jenis hubungan yang dibangun dan dipelihara perusahaan dengan segmen pelanggan tertentu. Perusahaan harus secara jelas mendefinisikan jenis hubungan yang diinginkan. Motivasi di balik hubungan ini bisa berupa akuisisi pelanggan baru, retensi pelanggan yang sudah ada, atau peningkatan penjualan (*upselling*) ke pelanggan yang ada. Kategori hubungan pelanggan sangat bervariasi dan memengaruhi pengalaman pelanggan secara keseluruhan, seperti bantuan pribadi berbasis interaksi manusia, bantuan pribadi khusus melalui perwakilan khusus, layanan mandiri yang memungkinkan pelanggan membantu diri mereka sendiri, layanan otomatis yang memadukan layanan mandiri dengan proses personalisasi, pemanfaatan komunitas pengguna untuk keterlibatan dan koneksi, serta *co-creation* di mana perusahaan berkolaborasi dengan pelanggan untuk menciptakan nilai bersama.

5) Arus Pendapatan (*Revenue Streams*)

Arus pendapatan merepresentasikan kas yang dihasilkan suatu perusahaan dari setiap segmen pelanggan setelah dikurangi biaya operasional. Sebuah model bisnis dapat memiliki dua jenis arus pendapatan utama: pendapatan transaksi yang dihasilkan dari pembayaran satu kali oleh pelanggan, dan pendapatan berulang yang berasal dari pembayaran berkelanjutan untuk memberikan proposisi nilai atau dukungan purnajual. Berbagai cara untuk menghasilkan arus pendapatan meliputi penjualan aset produk fisik, biaya penggunaan layanan yaitu semakin banyak digunakan semakin banyak dibayar, biaya berlangganan untuk akses berkelanjutan ke layanan, peminjaman atau penyewaan hak penggunaan aset sementara, lisensi properti intelektual, biaya perantara dari layanan fasilitasi antara dua pihak, atau pendapatan dari iklan. Setiap arus pendapatan dapat memiliki mekanisme harga yang berbeda, seperti harga tetap yaitu daftar harga, tergantung fitur produk/segmen pelanggan/volume atau harga dinamis yaitu negosiasi, manajemen hasil, pasar *real-time* dan lelang.

6) Sumber Daya Utama (*Key Resources*)

Sumber daya utama adalah aset terpenting yang diperlukan agar model bisnis dapat berfungsi. Sumber daya ini memungkinkan perusahaan untuk menciptakan dan menawarkan proposisi nilai, menjangkau pasar, menjaga hubungan dengan segmen pelanggan, dan menghasilkan pendapatan. Jenis sumber daya utama meliputi aset fisik seperti fasilitas manufaktur dan sistem; sumber daya intelektual seperti merek, paten, dan basis data pelanggan yang sulit dikembangkan tetapi memiliki nilai substansial; sumber daya manusia yang krusial terutama dalam industri padat pengetahuan dan kreatif; serta sumber daya finansial seperti kas dan lini kredit yang diperlukan untuk operasional. Sumber daya ini dapat dimiliki atau disewa oleh perusahaan, atau diperoleh dari mitra utama.

7) Aktivitas Utama (*Key Activities*)

Aktivitas utama adalah tindakan paling penting yang harus dilakukan perusahaan agar model bisnisnya beroperasi dengan sukses. Seperti Sumber Daya Utama, aktivitas ini diperlukan untuk menciptakan dan menawarkan Proposisi Nilai, menjangkau pasar, menjaga Hubungan Pelanggan, dan menghasilkan Arus Pendapatan. Kategori aktivitas utama bervariasi tergantung pada jenis model bisnis: produksi, yang berkaitan dengan perancangan, pembuatan, dan pengiriman produk; pemecahan masalah, yang berfokus pada penemuan solusi baru untuk masalah pelanggan individu, khususnya bagi organisasi layanan; atau platform/jaringan, yang mendominasi model bisnis dengan platform sebagai Sumber Daya Utama, melibatkan manajemen platform, penyediaan layanan, dan promosinya.

8) Kemitraan Utama (*Key Partnerships*)

Kemitraan utama mendeskripsikan jaringan pemasok dan mitra yang menjadikan model bisnis berfungsi. Perusahaan menjalin kemitraan untuk berbagai alasan, seperti mengoptimalkan model bisnis, mengurangi risiko, atau mengakuisisi sumber daya yang tidak dimiliki internal. Empat jenis kemitraan yang umum dibedakan adalah aliansi strategis antara nonkompetitor, koalisi atau kemitraan strategis antara kompetitor, usaha patungan yang dibentuk

untuk mengembangkan bisnis baru, dan hubungan pemasok-pembeli untuk menjamin pasokan yang andal. Motivasi di balik kemitraan ini secara luas dapat dikelompokkan menjadi optimasi dan skala ekonomi, pengurangan risiko dan ketidakpastian, serta akuisisi sumber daya dan aktivitas tertentu.

9) **Struktur Biaya (*Cost Structure*)**

Struktur biaya menjelaskan semua biaya yang timbul dalam pengoperasian model bisnis. Biaya-biaya ini muncul dari proses penciptaan dan penyerahan nilai, pemeliharaan hubungan pelanggan, dan penghasilan pendapatan. Struktur biaya dapat dikelompokkan menjadi dua kelas besar yaitu berorientasi biaya (*cost-driven*) yang berfokus pada minimalisasi pengeluaran untuk mencapai efisiensi maksimal dan berorientasi nilai (*value-driven*) yang lebih memprioritaskan penciptaan nilai premium. Karakteristik biaya dalam struktur ini meliputi biaya tetap yang tidak berubah terlepas dari volume produksi, biaya variabel yang berfluktuasi sebanding dengan volume, serta keuntungan dari skala ekonomi yaitu penurunan biaya per unit seiring peningkatan output dan lingkup ekonomi yaitu keuntungan biaya dari cakupan operasi yang lebih luas.

Elemen-elemen *Business Model Canvas* saling berhubungan, dan perubahan dalam satu elemen dapat memiliki efek riak pada yang lain. *Key Partnership* dan *Key Activities* sering saling mempengaruhi, karena kemitraan dapat memungkinkan atau meningkatkan kegiatan tertentu (Lara Machado dkk., 2023). *Value Proposition* dan *Customer Segments* terkait erat, karena nilai yang ditawarkan harus selaras dengan kebutuhan pelanggan target (Adamek, 2025; Koprivnjak & Peterka, 2020). *Channels* dan *Customer Relationship* saling bergantung, karena pilihan *Channels* mempengaruhi cara pelanggan berinteraksi dengan bisnis (Susanti dkk., 2024; Zoumpoulidis dkk., 2021). *Cost Structure* dan *Revenue Stream* sangat penting untuk keberlanjutan keuangan, karena biaya harus dikelola untuk memastikan menghasilkan pendapatan yang menguntungkan (Aini, 2025; Susanti dkk., 2024).

Business Model Canvas juga digunakan dalam konteks transformasi digital, di mana dapat membantu organisasi menganalisis dan merancang model

bisnis baru yang memanfaatkan teknologi digital. Misalnya, pengenalan sistem teknologi informasi baru di Universitas Zarqa difasilitasi oleh *Business Model Canvas*, memungkinkan organisasi untuk merampingkan proses manajemen penelitiannya (Sabri dkk., 2023). Dengan memahami dan memanfaatkan *Business Model Canvas*, bisnis dapat mencapai keunggulan kompetitif, mendorong inovasi, dan memastikan keberlanjutan jangka panjang.

2.2.4 Metode Heuristik

Evaluasi heuristik adalah metode inspeksi usability yang melibatkan pakar. Sekelompok evaluator, yang merupakan pakar usability, secara sistematis menganalisis antarmuka pengguna aplikasi untuk mengidentifikasi potensi masalah usability. Analisis ini membandingkan desain antarmuka dengan serangkaian prinsip usability mapan, yang dikenal sebagai heuristik (Li dkk., 2018; Reolon dkk., 2016). Secara fundamental, heuristik adalah prinsip panduan atau aturan praktis yang diturunkan dari penelitian dan pengalaman dalam interaksi manusia-komputer. Ini bukanlah pedoman desain kaku atau preskriptif, melainkan kerangka kerja bagi evaluator untuk mengidentifikasi aspek desain antarmuka yang berpotensi menimbulkan kesulitan bagi pengguna. Jakob Nielsen, sering kali bersama Rolf Molich, adalah tokoh kunci yang berkontribusi signifikan dalam pengembangan serangkaian heuristik yang paling dikenal luas (Reolon dkk., 2016).

Tujuan utama evaluasi heuristik adalah mengidentifikasi masalah usability secara efisien, khususnya pada fase awal siklus pengembangan produk. Metode ini efisien dari segi sumber daya karena tidak memerlukan partisipasi pengguna akhir langsung dan dapat diterapkan pada berbagai artefak desain, mulai dari sketsa hingga prototipe fungsional (Li dkk., 2018). Meskipun efisien, klaim efektivitas biaya dan kecepatan evaluasi heuristik perlu ditinjau secara kontekstual. Keberhasilan metode ini sangat bergantung pada keterlibatan pakar berkualitas (umumnya 3-5 orang) yang tidak hanya menguasai prinsip usability tetapi juga domain aplikasi spesifik. Akuisisi pakar tersebut dapat membutuhkan sumber daya waktu dan biaya signifikan. Selain itu, untuk domain sangat kompleks (misalnya, layanan kesehatan atau realitas virtual), heuristik generik mungkin tidak memadai,

sehingga memerlukan adaptasi atau pengembangan heuristik khusus domain (Reolon dkk., 2016). Sepuluh prinsip usability yang dikembangkan oleh Jakob Nielsen menjadi landasan konseptual bagi banyak praktik evaluasi heuristik (Nielsen, 1994). Prinsip-prinsip ini terbukti sangat efektif sebagai daftar periksa komprehensif untuk mengidentifikasi isu usability umum dalam desain antarmuka pengguna, termasuk aplikasi berbasis web.

Berikut adalah pengembangan detail dari 10 heuristik Jakob Nielsen, dirancang untuk memberikan kedalaman analisis yang lebih substansial:

1) **Visibilitas Status Sistem (*Visibility of System Status*)**

Prinsip ini melampaui sekadar memberikan umpan balik; ia adalah fondasi kepercayaan pengguna terhadap sistem. Visibilitas status yang optimal mensyaratkan bahwa sistem secara proaktif mengomunikasikan kondisi internalnya, progres tugas, dan respons terhadap setiap tindakan pengguna secara *real time*. Hal ini meliputi indikator *loading* yang jelas, pesan konfirmasi yang informatif, perubahan *state* elemen *user interface* yang eksplisit, serta indikasi keberhasilan atau kegagalan operasi. Dalam konteks ilmiah, analisis heuristik ini dapat mengeksplorasi *granularity* umpan balik misalnya umpan balik tingkat mikro interaksi vs. makro tugas, *latency* yang dapat ditoleransi oleh pengguna, dan bagaimana umpan balik visual, audio, atau *haptik* berkontribusi pada *sense of control* dan *predictability* bagi pengguna. Kegagalan dalam visibilitas status sistem dapat meningkatkan *cognitive load* pengguna karena ketidakpastian dan memaksa mereka untuk melakukan inferensi yang tidak perlu tentang keadaan sistem.

2) **Kesesuaian antara Sistem dan Dunia Nyata (*Match Between System and the Real World*)**

Heuristik ini menekankan pada minimalisasi *semantic gap* antara model mental pengguna dan model konseptual sistem. Antarmuka harus mengadopsi bahasa, metafora, dan konvensi yang sudah ada dalam domain pengalaman pengguna, bukan memaksakan jargon teknis internal sistem. Analisis ilmiah dapat berfokus pada studi *user's lexicon*, *cultural conventions*, dan *domain-specific metaphors*. Penelitian dapat mencari efektivitas *skeuomorphism* atau *flat*

design dalam mendukung prinsip ini, serta bagaimana perbedaan latar belakang budaya dan linguistik pengguna memengaruhi interpretasi simbol dan frasa dalam antarmuka. Pelanggaran heuristik ini seringkali mengarah pada *misinterpretation* perintah dan data, serta kurva pembelajaran yang curam.

3) Kontrol dan Kebebasan Pengguna (*User Control and Freedom*)

Prinsip ini menegaskan otonomi pengguna dalam interaksi dengan sistem, mengakui bahwa pengguna seringkali melakukan kesalahan atau mengubah pikiran mereka. Sistem harus menyediakan "jalan keluar darurat" yang jelas dan mudah diakses, seperti fungsi *undo/redo universal*, tombol 'batal' (*cancel*), dan kemampuan untuk menghentikan proses yang sedang berlangsung. Dalam analisis, penting untuk mempertimbangkan *scope* dari *undo/redo* (misalnya, apakah hanya mencakup aksi terakhir atau riwayat aksi), bagaimana *state* sistem dipulihkan setelah pembatalan, dan implikasi keamanan dari kebebasan tersebut. Heuristik ini berkorelasi kuat dengan *perceived control* dan *user satisfaction*, serta dapat mengurangi *fear of exploration* pada pengguna.

4) Konsistensi dan Standar (*Consistency and Standards*)

Konsistensi adalah pilar usability yang membangun *predictability* dan mengurangi *cognitive overhead*. Prinsip ini mengharuskan elemen-elemen serupa (seperti tombol, menu, ikon) memiliki tampilan dan perilaku yang seragam di seluruh sistem. Lebih lanjut, sistem harus mematuhi *platform conventions* (misalnya, panduan antarmuka macOS, Windows, Android) dan *industry standards*. Analisis ilmiah dapat menyelidiki dampak inkonsistensi terhadap *user performance* dan *error rates*, serta bagaimana *trade-off* antara inovasi desain dan kepatuhan standar dapat dioptimalkan. Konsistensi memfasilitasi *transfer of learning* dan memungkinkan pengguna untuk melakukan generalisasi pengetahuan lintas tugas dan aplikasi.

5) Pencegahan Kesalahan (*Error Prevention*)

Heuristik ini menekankan desain proaktif yang menghilangkan kondisi penyebab kesalahan atau meminimalkan dampaknya. Ini bukan tentang memperbaiki kesalahan, melainkan mencegahnya sebelum terjadi. Implementasinya meliputi *guardrails* desain (misalnya, menonaktifkan opsi

yang tidak relevan), validasi input yang cerdas dan *real time*, penggunaan *default values* yang relevan, serta konfirmasi untuk tindakan yang bersifat destruktif. Penelitian dapat mengkaji klasifikasi jenis kesalahan misalnya *vs mistakes*, efektivitas mekanisme pencegahan yang berbeda, dan bagaimana pencegahan kesalahan mempengaruhi *user confidence* dan *efficiency*.

6) Pengenalan daripada Mengingat (*Recognition Rather than Recall*)

Prinsip ini berakar pada perbedaan fundamental antara mengenali yang lebih mudah dan mengingat yang lebih sulit dalam memori manusia. Antarmuka harus menampilkan objek, tindakan, dan opsi yang relevan secara eksplisit, sehingga pengguna hanya perlu mengenali apa yang mereka butuhkan daripada mengingatnya. Hal ini sering diwujudkan melalui menu yang jelas, ikon yang intuitif dan *tooltips* kontekstual. Analisis dapat mengeksplorasi efektivitas *visual cues*, *labeling strategies*, dan *information architecture* dalam mendukung prinsip ini, serta bagaimana hal ini mengurangi *cognitive load* dan kurva pembelajaran.

7) Fleksibilitas dan Efisiensi Penggunaan (*Flexibility and Efficiency of Use*)

Heuristik ini mengakomodasi keragaman pengguna, dari pemula hingga ahli, dengan menyediakan berbagai jalur untuk menyelesaikan tugas. Ini mencakup penyediaan *accelerators* atau *shortcuts* misalnya pintasan *keyboard*, perintah makro bagi pengguna ahli, serta kemampuan kustomisasi antarmuka. Penelitian dapat menganalisis bagaimana *adaptive interfaces* atau *personalization features* mendukung prinsip ini, serta bagaimana *trade-off* antara kesederhanaan untuk pemula dan efisiensi untuk ahli dapat dioptimalkan. Fleksibilitas meningkatkan produktivitas dan kepuasan pengguna jangka panjang.

8) Desain Estetis dan Minimalis (*Aesthetic and Minimalist Design*)

Prinsip ini menyatakan bahwa antarmuka tidak boleh mengandung informasi yang tidak relevan atau jarang dibutuhkan. Setiap elemen visual atau tekstual yang tidak penting akan bersaing dengan informasi yang relevan, mengurangi visibilitasnya. Desain harus bersih, terorganisir, dan fokus pada tujuan utama, menghindari *visual clutter* yang dapat mengalihkan perhatian dan

meningkatkan *cognitive load*. Meskipun sering dikaitkan dengan masalah minor, estetika yang baik berkontribusi pada *subjective satisfaction* pengguna dan *perceived usability*, yang pada gilirannya dapat memengaruhi adopsi dan retensi pengguna. Analisis dapat meneliti dampak *visual hierarchy*, *white space* dan *information density*.

9) Bantu Pengguna Mengenali, Mendiagnosis, dan Memulihkan dari Kesalahan (*Help Users Recognize, Diagnose, and Recover from Errors*)

Ketika kesalahan memang terjadi karena tidak ada sistem yang sempurna, maka sistem harus membantu pengguna untuk memahami masalah, mengidentifikasi penyebabnya dan memberikan panduan yang konstruktif untuk memperbaikinya. Pesan kesalahan harus dinyatakan dalam bahasa yang lugas, tanpa kode atau jargon teknis dan secara spesifik menunjukkan masalah beserta solusinya. Dalam analisis, penting untuk mengevaluasi *clarity*, *specificity*, dan *actionability* dari pesan kesalahan, serta bagaimana mekanisme *error handling* mempengaruhi *recovery time*. Heuristik ini sangat penting untuk masalah usability yang serius.

10) Bantuan dan Dokumentasi (*Help and Documentation*)

Idealnya, sistem harus sangat intuitif sehingga tidak memerlukan dokumentasi eksternal. Namun, dalam praktiknya, bantuan dan dokumentasi tetap diperlukan, terutama untuk fungsi-fungsi kompleks atau jarang digunakan. Heuristik ini menekankan bahwa bantuan tersebut harus mudah dicari (*searchable*), berfokus pada tugas pengguna (*task-oriented*), menyajikan langkah-langkah konkret dan tidak terlalu panjang. Analisis dapat mengevaluasi efektivitas sistem bantuan kontekstual (*in-context help*), tutorial, atau dokumentasi daring, serta bagaimana aksesibilitas dan kualitas bantuan memengaruhi *self-efficacy* pengguna.

Evaluasi Heuristik paling efektif dilakukan oleh 3 (tiga) hingga 5 (lima) evaluator yang memiliki keahlian usability dan jika memungkinkan, pemahaman domain aplikasi. Evaluator sebaiknya independen dari tim desain (Zekben S & Ghina, 2023). Setelah identifikasi masalah, evaluator memberikan peringkat keparahan skala 0 - 4 untuk memprioritaskan perbaikan yang mengindikasikan

dampak masalah terhadap pengalaman pengguna (Joshi dkk., 2009).Tingkat keparahan ini membantu menentukan sumber daya yang dibutuhkan untuk memperbaiki masalah. Skala pengukuran tingkat keparahan yang digunakan sesuai Tabel 2.2.4.1 sebagai berikut:

Tabel 2.2.4.1 Skala Tingkat Keparahannya (*Severity Rating*)

Peringkat	Deskripsi
0	Tidak ada masalah kegunaan (<i>No usability issues</i>).
1	Kategori masalah kosmetik (<i>Cosmetic problem category</i>): masalah yang ada tidak perlu diperbaiki kecuali ada waktu tambahan dalam proyek.
2	Kategori masalah kegunaan minor (<i>Minor usability problem category</i>): perbaikan masalah yang ada diberikan prioritas rendah
3	Kategori masalah kegunaan mayor (<i>Major usability problem category</i>): perbaikan masalah yang ada diberikan prioritas tinggi.
4	Kategori bencana kegunaan (<i>Usability catastrophe category</i>): masalah yang ada diberikan prioritas lebih tinggi dan harus segera diperbaiki sebelum proyek diluncurkan

SEKOLAH PASCASARJANA

Dalam konteks evaluasi heuristik pada desain interaksi manusia-komputer, tingkat keparahan suatu masalah kegunaan diklasifikasikan untuk memandu prioritas perbaikan. Skala seperti pada Tabel 2.2.4.1, memungkinkan identifikasi dan penanganan isu-isu yang paling berdampak terhadap pengalaman pengguna. Berikut adalah deskripsi ilmiah mengenai kategori tingkat keparahan:

1) Peringkat 0: Tidak Ada Masalah Kegunaan (*No Usability Issues*)

Peringkat ini mengindikasikan bahwa elemen antarmuka atau alur interaksi yang dievaluasi sepenuhnya sesuai dengan prinsip-prinsip heuristik yang

relevan dan tidak menimbulkan hambatan bagi pengguna dalam mencapai tujuan mereka. Ini merepresentasikan kondisi optimal di mana tidak ada anomali yang teridentifikasi yang dapat memengaruhi efisiensi, efektivitas, atau kepuasan pengguna.

2) Peringkat 1: Kategori Masalah Kosmetik (*Cosmetic Problem Category*)

Masalah yang termasuk dalam kategori ini bersifat superfisial dan umumnya tidak secara langsung menghambat penyelesaian tugas oleh pengguna. Isu-isu ini seringkali berkaitan dengan aspek estetika, konsistensi minor, atau deviasi kecil dari standar desain yang dapat diperbaiki jika sumber daya dan waktu memungkinkan. Dampaknya terhadap performa dan pengalaman pengguna secara keseluruhan adalah minimal, sehingga perbaikan dapat ditunda atau diabaikan apabila terdapat kendala jadwal proyek yang ketat.

3) Peringkat 2: Kategori Masalah Kegunaan Minor (*Minor Usability Problem Category*)

Masalah pada kategori ini mengindikasikan adanya inkonsistensi atau ketidaknyamanan kecil yang dapat diperbaiki dengan upaya minimal. Meskipun tidak menyebabkan kegagalan tugas atau frustrasi yang signifikan, isu-isu minor ini dapat mengurangi efisiensi atau meningkatkan beban kognitif pengguna dalam skala kecil. Prioritas perbaikan untuk masalah ini adalah rendah, namun tetap direkomendasikan untuk diatasi guna meningkatkan kualitas pengalaman pengguna secara keseluruhan.

4) Peringkat 3: Kategori Masalah Kegunaan Mayor (*Major Usability Problem Category*)

Kategori ini mencakup masalah yang secara signifikan memengaruhi kemampuan pengguna untuk menyelesaikan tugas atau mencapai tujuan mereka. Isu-isu ini dapat menyebabkan kebingungan, kesalahan, atau frustrasi yang substansial, dan seringkali memerlukan upaya adaptasi yang signifikan dari pengguna. Perbaikan untuk masalah dalam kategori ini diberikan prioritas tinggi karena dampaknya yang besar terhadap kegunaan sistem, dan penundaannya dapat secara negatif memengaruhi adopsi dan kepuasan pengguna.

5) Peringkat 4: Kategori Bencana Kegunaan (*Usability Catastrophe Category*)

Peringkat ini menandakan adanya masalah kritis yang secara fundamental menghalangi pengguna untuk menyelesaikan tugas esensial atau mencapai tujuan utama mereka. Masalah "bencana" ini dapat menyebabkan pengguna benar-benar tidak dapat menggunakan sistem atau fitur tertentu, berpotensi menimbulkan kerugian data, kesalahan fatal, atau penghentian penggunaan sistem. Perbaikan untuk masalah ini merupakan prioritas tertinggi dan harus segera diimplementasikan sebelum produk diluncurkan atau diperkenalkan kepada pengguna, karena berpotensi menyebabkan kegagalan proyek yang serius dan dampak negatif yang meluas.



SEKOLAH PASCASARJANA