

Optimalisasi UI/UX Aplikasi iPusnas Menggunakan Double Diamond dan Analisis Ulasan Berbasis Web Scraping

Rudy Sofian ¹, Iklima Nur Mufida ², Vito Hafizh Cahaya Putra ³, Bakti Bestin ⁴, Bella Syifa Anandita Suherlan ⁵

^{1,3}Informatika, Universitas Satu, Indonesia

²Desain Komunikasi Visual, Universitas Satu, Indonesia

⁴Desain Komunikasi Visual, Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia

⁵Teknik Informatika, Institut Digital Ekonomi LPKIA, Indonesia

rudysofian@unibi.ac.id, iklima.mufida@univ.satu.ac.id, vito.putra@univ.satu.ac.id, baktibestin@unibi.ac.id, 210414024@fellow.lpkia.ac.id

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Received 2026-01-14

Revised 2026-08-03

Accepted 2026-08-06

Abstract – The system development process requires careful consideration of various aspects, one of which is User Interface (UI) and User Experience (UX) design, as both play an important role in improving user comfort and engagement. One application that still experiences UI/UX issues is iPusnas, the digital library application of the National Library of Indonesia, which has received numerous negative reviews on Google Play and the App Store. This study aims to redesign the UI/UX of the iPusnas application using the Double Diamond (DD) method supported by user review analysis through Web Scraping and Natural Language Processing (NLP). A total of 16,725 user reviews were collected through Web Scraping from Google Play and processed using NLP through text preprocessing, tokenization, stopword removal, and review classification to identify the main usability issues and establish redesign priorities. The analysis results served as the basis for implementing the four stages of the Double Diamond method—discover, define, develop, and deliver—to produce an interface design that better meets user needs. The redesigned interface was evaluated using the System Usability Scale (SUS) involving 200 respondents, resulting in an average score of 81, which falls into the Acceptable (Grade B) category with a Good to Excellent level of user satisfaction. These findings demonstrate that integrating Web Scraping, NLP, and the Double Diamond method effectively supports the redesign process, improves usability, and enhances the user experience of the iPusnas application.

Keywords: Double Diamond; NLP; Redesign; UI/UX; Web Scraping.

Corresponding Author:

Rudy Sofian

Email: rudy.sofian@univ.satu.ac.id



This is an open access article under the [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

Abstrak – Proses pengembangan sistem memerlukan perhatian terhadap berbagai aspek, salah satunya adalah desain User Interface (UI) dan User Experience (UX), yang berperan penting dalam meningkatkan kenyamanan serta keterlibatan pengguna. Salah satu aplikasi yang masih menghadapi permasalahan UI/UX adalah iPusnas, aplikasi perpustakaan digital milik Perpustakaan Nasional Republik Indonesia yang memperoleh banyak ulasan negatif pada platform Google Play dan App Store. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan redesign UI/UX aplikasi iPusnas menggunakan metode Double Diamond (DD) dengan memanfaatkan analisis ulasan pengguna melalui Web Scraping dan Natural Language Processing (NLP). Sebanyak 16.725 ulasan pengguna berhasil dikumpulkan melalui proses Web Scraping dari Google Play, kemudian diproses menggunakan NLP melalui tahapan text preprocessing, tokenization, stopword removal, dan klasifikasi ulasan untuk mengidentifikasi permasalahan utama yang berkaitan dengan usability sebagai dasar penyusunan prioritas redesign. Hasil analisis tersebut menjadi masukan pada empat tahapan metode Double Diamond, yaitu discover, define, develop, dan deliver, sehingga menghasilkan rancangan antarmuka yang lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna. Evaluasi menggunakan System Usability Scale (SUS) terhadap 200 responden menghasilkan skor rata-rata 81, yang termasuk kategori Acceptable (Grade B) dengan tingkat kepuasan Good to Excellent. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi Web Scraping, NLP, dan metode Double Diamond efektif dalam mengidentifikasi kebutuhan pengguna, mendukung proses redesign, meningkatkan kualitas usability, serta memperbaiki pengalaman pengguna aplikasi iPusnas.

Kata Kunci: Double Diamond; NLP; Redesign; UI/UX; Web Scraping.

I. PENDAHULUAN

Proses pengembangan sistem memerlukan perhatian terhadap berbagai aspek, salah satunya adalah User Interface (UI) dan User Experience (UX). Proses pengembangan sistem memerlukan banyak aspek yang harus diperhatikan [1], salah satunya adalah aspek *user interface* (UI) dan *user experience* (UX) [2]. Pengetahuan mengenai desain UI/UX menjadi salah satu kompetensi penting dalam berbagai bidang karena berperan dalam meningkatkan keterlibatan pengguna serta mendukung keberlanjutan suatu aplikasi [3], [4], [5], [6]. Kontribusi dari UI/UX sangat penting untuk menjaga keterlibatan pengguna dan keberlanjutan aplikasi di masa yang akan datang [2], [7], [8]. UI adalah salah satu hal yang pertama dinilai pengguna sebelum berinteraksi dengan aplikasi [5]. Sedangkan, UX adalah bagaimana seseorang menilai pengalaman yang dirasakan selama penggunaan suatu aplikasi atau sistem [9]. UI/UX

yang sesuai akan membuat aplikasi menjadi lebih mudah dipahami dan digunakan, sehingga pengguna merasa nyaman saat menggunakan aplikasi [10].

Desain UI/UX yang baik berperan penting dalam meningkatkan kemudahan penggunaan, efektivitas, dan kepuasan pengguna terhadap suatu aplikasi [11], [12]. Aplikasi akan mudah dan cepat digunakan oleh pengguna karena rancangan antarmuka yang baik [13], [14]. Oleh karena itu, proses perancangannya harus mempertimbangkan perilaku serta kebutuhan pengguna agar informasi yang disajikan mudah diakses dan sesuai dengan harapan pengguna [15]. Pengembangan UI/UX secara bersamaan bisa membuat peningkatan pada kepuasan pengguna dan efektivitas dari aplikasi [16], [17]. Saat merancang desain, perilaku pengguna ketika menggunakan aplikasi adalah hal yang harus diperhatikan [18]. Desain dibuat untuk menghasilkan aplikasi yang sesuai dengan calon pengguna, sehingga nyaman saat digunakan [19], dengan memperhatikan faktor-faktor *usability* seperti *learnability*, *simplicity*, dan *responsiveness* [20]. *Learnability*, yaitu peningkatan efisiensi penggunaan [21]. *Simplicity*, yaitu bagaimana sebuah desain tetap dapat memudahkan pengguna walaupun mempunyai banyak fungsi [22]. *Responsiveness*, yang mencakup berbagai cara aplikasi dalam merespons tindakan pengguna [23]. Desain yang tidak sesuai, akan mengakibatkan pengurangan daya tarik dan kepercayaan pengguna terhadap aplikasi yang digunakan [6]. Penelitian lain menyebutkan juga bahwa aplikasi yang dibuat dengan tidak menguji secara menyeluruh tanpa melibatkan pengguna menyebabkan tidak sesuaian UI/UX yang dibuat [24]. Desain pada UI/UX, yang kurang diperhatikan menyebabkan masalah yang signifikan dalam hal aksesibilitas sebuah aplikasi [25]. Untuk kenyamanan pengguna, desain yang belum sesuai harus dilakukan perancangan ulang atau *redesign* [26]. *Redesign* dilakukan karena adanya masalah pada aplikasi yaitu pengguna yang kesulitan untuk menemukan informasi yang dibutuhkan [15].

Terdapat berbagai metode yang dapat digunakan untuk membantu proses *redesign* [26]. Beberapa cara yang paling populer digunakan pada perancangan UI/UX, seperti *Lean UX*, *Double Diamond* (DD), *Design Thinking*, dan *User Centered Design* (UCD) [27]. *Lean UX* membantu pengembang untuk memvalidasi UI/UX yang dibuat sesuai dengan *feedback* dan pengalaman pengguna untuk meningkatkan kepuasan pengguna [28]. *Design Thinking* mendorong inovasi dalam 2 dimensi, yaitu fungsi dan makna [29]. UCD memantau pengembangan aplikasi tetap berorientasi untuk kebutuhan pengguna, bukan aspek teknis atau fungsionalitas saja [16]. DD adalah metode yang memiliki 2 *diamond* yang mewakili 2 proses berpikir yaitu divergen (meluas) dan konvergen (menyempit) [30], [31]. Kemudian dibagi lagi menjadi 4 tahap utama, yaitu *discover*, *shape*, *develop*, dan *deliver* [32]. DD sudah diakui secara universal sebagai representasi visual yang jelas dan lengkap mengenai proses desain dan inovasi [7].

Beberapa penelitian menggunakan metode DD untuk perancangan UI/UX [15], [30], [33], [34]. Setelah dilakukan pengujian *Usability Testing* mendapatkan skor 87/100 yang berarti sudah masuk kategori tinggi [30]. Selanjutnya penelitian lain menyebutkan bahwa penelitiannya berhasil merancang tampilan dan pengalaman pengguna dengan skor 86% dengan kategori “*acceptable*” [34]. Penelitian lain menyebutkan bahwa hasil penelitiannya memperoleh nilai 93% dengan kategori “*excellent*” [32]. Sedangkan pada penelitian pengalaman pengguna saat menggunakan aplikasi sudah meningkat dengan skor *System Usability Scale* (SUS) 83,3% yang mencapai kategori “*excellent*” atau sangat baik [33]. Dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan dengan metode DD, menunjukkan bahwa DD memberikan solusi desain yang meningkatkan nilai efektivitas, efisiensi, dan tingkat kepuasan pengguna [7]. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih mengidentifikasi kebutuhan pengguna melalui wawancara, observasi, atau kuesioner, sehingga belum memanfaatkan analisis ulasan pengguna dalam jumlah besar sebagai dasar penyusunan prioritas *redesign*. Oleh karena itu, penelitian ini mengintegrasikan *Web Scraping*, NLP, dan metode DD untuk menghasilkan proses identifikasi kebutuhan pengguna yang lebih berbasis data (*data-driven*) pada aplikasi iPusnas.

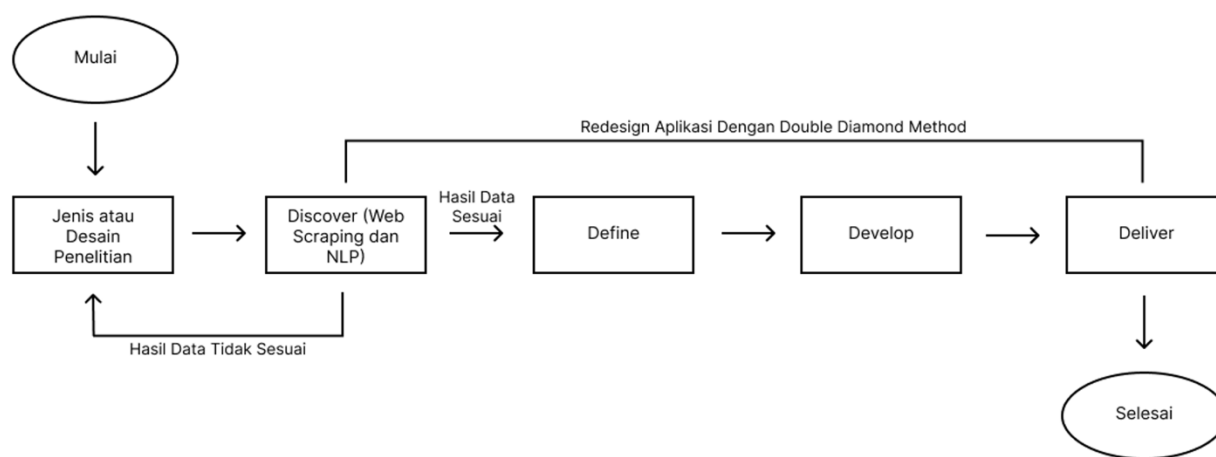
Selain penerapan metode *Double Diamond*, proses *redesign* UI/UX dapat diperkuat melalui analisis ulasan pengguna yang diperoleh dari platform distribusi aplikasi [35]. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode *web scraping* [36]. *Web scraping* adalah proses yang berfungsi untuk mengekstrak atau mengambil data dari situs web secara otomatis [37]. Setelah mendapatkan data, kemudian diproses menggunakan *Natural Language Processing* (NLP) [38]. NLP diterapkan untuk melakukan analisis sentimen, klasifikasi, dan pemodelan topik [39]. NLP dapat mendukung analisis sentimen yang memungkinkan penentuan prioritas ulasan berdasarkan data ulasan pengguna [40]. NLP bisa mendeteksi dan mengklasifikasi jenis sarkasme dengan tingkat akurasi 75% - 92% [41]. Dengan tingkat akurasi NLP yang tinggi pada beberapa penelitian [38], [41], [42].

Salah satu aplikasi yang menjadi objek penelitian adalah iPusnas, yaitu aplikasi perpustakaan digital milik Perpustakaan Nasional Republik Indonesia yang memungkinkan pengguna meminjam dan membaca buku secara daring (*online*) maupun luring (*offline*) [43]. Berdasarkan pengamatan awal, aplikasi ini memperoleh penilaian 2,2 dari skala 5 serta banyak ulasan negatif pada platform *Google Play* dan *App Store*. Untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai permasalahan yang dialami pengguna, penelitian ini mengumpulkan data ulasan melalui proses *Web Scraping*, yang selanjutnya dianalisis menggunakan NLP sebagai dasar identifikasi kebutuhan *redesign* UI/UX dengan metode DD. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya mengandalkan wawancara, observasi, atau kuesioner, penelitian ini mengintegrasikan *Web Scraping*, NLP, dan DD untuk menghasilkan proses identifikasi kebutuhan pengguna yang lebih berbasis data (*data-driven*) pada aplikasi iPusnas. Dengan demikian,

integrasi ketiga pendekatan tersebut menjadi kontribusi metodologis sekaligus kebaruan (*novelty*) dalam penelitian ini.

II. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian perancangan (*design research*) yang bertujuan melakukan *redesign* antarmuka aplikasi iPusnas menggunakan metode *Double Diamond* (DD) yang diintegrasikan dengan teknik *Web Scraping* dan *Natural Language Processing* (NLP). Integrasi ketiga pendekatan tersebut digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna berdasarkan ulasan aplikasi sehingga menghasilkan rancangan antarmuka yang lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna. Data penelitian diperoleh melalui proses *Web Scraping* terhadap ulasan pengguna aplikasi iPusnas pada *platform* *Google Play* dan *App Store*, sehingga diperoleh sebanyak 16.725 ulasan pengguna. Selanjutnya data dianalisis menggunakan NLP untuk mengidentifikasi permasalahan UI/UX yang menjadi dasar proses *redesign*. Tahapan penelitian meliputi: (1) pengumpulan data menggunakan *Web Scraping*, (2) analisis data menggunakan NLP, (3) *redesign* menggunakan *Double Diamond*, dan (4) evaluasi menggunakan *System Usability Scale* (SUS). Alur pada penelitian ini terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Gambar 1 menjelaskan tahapan dari penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan dari metode *Web Scraping* dengan *DD* yang dijelaskan sebagai berikut.

A. Jenis atau Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode perancangan dengan *DD* dan juga teknik pengolahan data berbasis *web scraping* dan *NLP*. Penelitian ini akan menganalisis ulasan pengguna aplikasi iPusnas melalui data yang sudah didapat dari *App Store* dan *Play Store*, yang nantinya data akan diproses untuk mengidentifikasi permasalahan UI/UX dan merancang solusi *redesign*. Proses penelitian ini melibatkan:

1. Pengumpulan data ulasan dengan teknik *web scraping* pada ulasan pengguna di *App Store* dan *Play Store*
2. Analisis data ulasan menggunakan *NLP* untuk melakukan identifikasi masalah yang dialami pengguna
3. Implementasi proses *redesign* dengan metode *DD* yang terdiri dari 4 tahap yaitu *discover*, *define*, *develop*, dan *deliver*.
4. Evaluasi desain melalui metode *SUS* untuk menjadi ukuran tingkat kenyamanan dan kepuasan pengguna pada *redesign* yang sudah dibuat.

B. Redesign Aplikasi

Redesign aplikasi iPusnas pada penelitian ini akan menggunakan metode *DD* yang terdiri dari 4 tahap yaitu *discover*, *define*, *develop*, dan *deliver*. 4 Tahap ini akan membantu proses *redesign* UI/UX untuk aplikasi iPusnas.

1. *Discover*: dimulai dengan proses *web scraping* untuk mengambil data ulasan pengguna yang berupa data teks dan kemudian diolah dengan *NLP* untuk mengklasifikasikan komentar yang membahas tentang antarmuka aplikasi. Rencana proses, luaran dan indikator dari *discover* dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1
RENCANA OUTPUT DISCOVER

Aspek	Deskripsi
Proses	Pengumpulan ulasan pengguna aplikasi iPusnas menggunakan teknik <i>Web Scraping</i> pada <i>Google Play</i> dan <i>App Store</i> . Selanjutnya data diproses menggunakan NLP untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan permasalahan UI/UX sebagai dasar penyusunan prioritas <i>redesign</i> .
Luaran	Data hasil <i>Web Scraping</i> yang telah dianalisis menggunakan NLP sehingga menghasilkan klasifikasi permasalahan UI/UX dan prioritas kebutuhan pengguna.dengan NLP. Data akan menjadi Gambaran awal tentang keluhan dan kebutuhan pengguna.
Indikator Capaian	Temuan mengenai berbagai permasalahan <i>interface</i> , seperti tampilan yang membuat bingung atau tidak ramah pengguna yang mengindikasikan perlu adanya dilakukan <i>redesign</i> UI/UX aplikasi iPusnas.

Web Scraping digunakan untuk memperoleh data ulasan pengguna aplikasi iPusnas dari *Google Play* dan *App Store*. Proses pengambilan data dilakukan menggunakan *library google-play-scaper* sehingga diperoleh 16.725 ulasan pengguna yang kemudian digunakan sebagai data penelitian. NLP digunakan untuk mengolah data teks hasil *Web Scraping*. Tahapan pengolahan dilakukan melalui *text cleaning*, *case folding*, *tokenization*, *stopword removal*, *stemming*, *TF-IDF* hingga diperoleh klasifikasi permasalahan UI/UX yang menjadi dasar penentuan prioritas *redesign*. Hasil analisis tersebut selanjutnya digunakan sebagai masukan pada tahap *discover* dalam metode Double Diamond.

2. *Define*: Data yang telah dianalisis dan didapatkan inti permasalahannya. Permasalahan yang telah diperoleh dari hasil analisis NLP pada tahap *discover* menjadi dasar dalam penyusunan *empathy map*, *user persona*, dan *user journey map* sehingga kebutuhan pengguna dapat dipahami secara lebih komprehensif. Proses, luaran serta indikator capaian dari tahap *define* dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2
RENCANA OUTPUT DEFINE

Aspek	Deskripsi
Proses	Analisis lanjutan data dari NLP pada tahap <i>discover</i> dengan menyaring inti permasalahan pengguna aplikasi iPusnas. Perumusan permasalahan dilakukan dengan pembuatan <i>empathy map</i> , <i>user persona</i> , dan <i>user journey map</i> .
Luaran	1. <i>Empathy Map</i> , 3 sampai 5 profil yang berisi persepsi dan pikiran pengguna 2. <i>User Persona</i> , profil target pengguna dengan minimum 2 3. <i>User Journey Map</i> , minimal 3 alur aktivitas utama pengalaman pengguna
Indikator Capaian	Permasalahan UI/UX sudah memiliki fokus aspek yang paling berpengaruh pada pengalaman pengguna.

3. *Develop*: Solusi yang didapat pada tahap *define* dikembangkan dengan bentuk visual melalui pembuatan *wireframe*, *storyboard*, dan *prototype*. Rancangan dan *prototype* dibuat dengan menggunakan bantuan aplikasi Figma. Rancangan dibuat berdasarkan prioritas permasalahan yang telah diperoleh pada tahap *define* sehingga setiap perubahan antarmuka memiliki dasar kebutuhan pengguna yang jelas. Proses, luaran serta indikator capaian dari tahap ini dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL 3
RENCANA OUTPUT DEVELOP

Aspek	Deskripsi
Proses	Solusi yang sudah ditemukan dari hasil proses <i>define</i> dikembangkan dengan <i>wireframe</i> , <i>storyboard</i> , dan <i>prototype</i> yang akan dibuat dalam Figma.
Luaran	1. <i>Wireframe</i> , kerangka tampilan <i>interface</i> 2. <i>Storyboard</i> , alur interaksi penggunaan aplikasi iPusnas 3. <i>Prototype</i> , simulasi antarmuka
Indikator Capaian	Rancangan visual <i>interface</i> aplikasi iPusnas yang sudah diperbarui sesuai dengan hasil analisis, menjawab permasalahan yang ditemukan pada tahap analisis data dan siap untuk diuji.

4. *Deliver*: Hasil *prototype* desain antarmuka, diuji dengan metode SUS. Dilakukan dengan memberikan kuesioner untuk mengevaluasi apakah desain sudah memenuhi aspek *usability*. Skor SUS akan dihitung sehingga mendapatkan nilai akhir untuk merepresentasikan tingkat *usability* desain aplikasi iPusnas. Evaluasi dilakukan

terhadap 200 responden pengguna aplikasi iPusnas menggunakan instrumen SUS) yang terdiri atas 10 pertanyaan dengan skala Likert 1–5. Proses, luaran serta indikator capaian dari tahap ini dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL 4
RENCANA OUTPUT DELIVER

Aspek	Deskripsi
Proses	Hasil <i>prototype</i> desain UI/UX yang sudah dibuat akan diuji menggunakan SUS. Pengujian dilakukan dengan menyebarkan kuesioner pada responden dengan tujuan untuk menilai hasil desain yang sudah dibuat. Skor kuesioner kemudian dihitung berdasarkan 10 pertanyaan dengan skala 1 sampai 5 untuk menentukan nilai dari <i>usability</i> .
Luaran	Hasil kuesioner adalah nilai <i>usability</i> dengan bentuk skor SUS, nilai rata-rata skor, dan <i>feedback</i> sebagai pelengkap.
Indikator Capaian	Skor <i>usability</i> sudah dianggap cukup jika nilai SUS berada di atas 68, dan sangat baik jika mendapatkan >80. Pengujian SUS akan dianaggap valid jika jumlah responden adalah >10.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Discover

Pada tahap ini dilakukan proses *Web Scraping* untuk memperoleh data ulasan pengguna aplikasi iPusnas. Hasil pengolahan digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan UI/UX yang paling sering dikeluhkan pengguna sehingga dapat ditentukan prioritas redesign. Pada gambar 2 terlihat hasil *Word Cloud Scarping* ulasan aplikasi iPusnas.



Gambar 2. *Word Cloud Scraping Ulasan iPusnas*

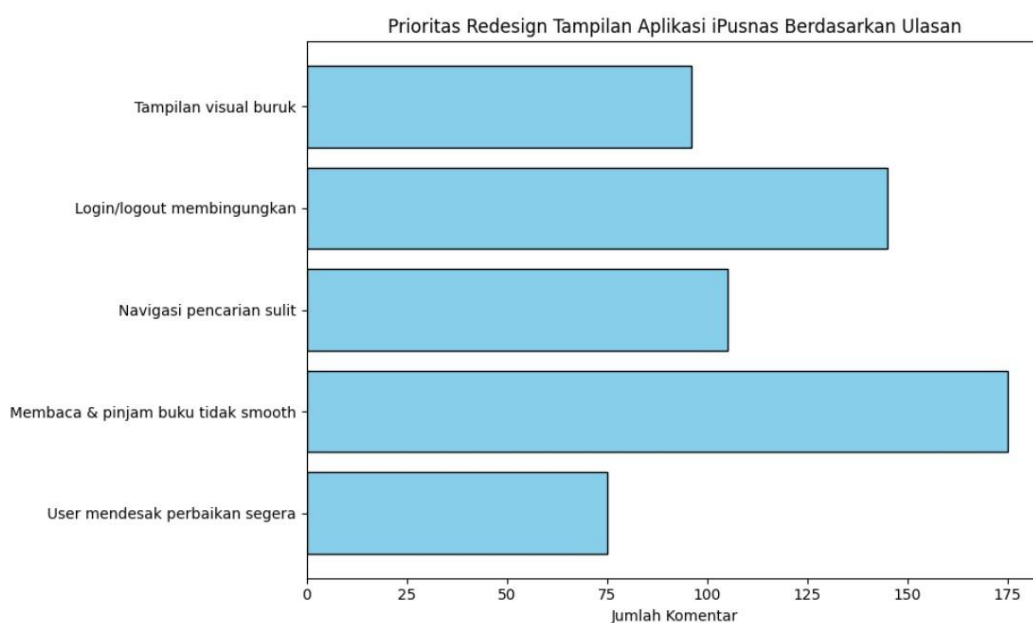
Berdasarkan hasil *Web Scraping*, diperoleh sebanyak 16.725 ulasan pengguna aplikasi iPusnas yang dikumpulkan menggunakan Google Colab dengan bantuan *library google-play-scraper*. Banyaknya jumlah ulasan menunjukkan bahwa data yang digunakan cukup representatif untuk menggambarkan pengalaman pengguna terhadap aplikasi iPusnas. Hasil *Word Cloud* memperlihatkan bahwa kata-kata seperti "jelek", "tampilan", "sulit", dan "buruk" merupakan kata yang paling sering muncul. Dominasi kata-kata tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar keluhan pengguna berkaitan dengan kualitas antarmuka, kemudahan penggunaan, dan pengalaman pengguna saat menggunakan aplikasi. Oleh karena itu, aspek UI/UX menjadi fokus utama dalam proses *redesign*.

Total ulasan yang berhasil dikumpulkan sebanyak 16.725 ulasan dengan menggunakan *google collab* dan *library google play scraper*. Tahap *discover* diawali dengan pengumpulan data dalam bentuk ulasan pengguna pada aplikasi iPusnas pada *Play Store* dengan teknik *web scraping*. Dapat dilihat seperti pada Gambar 2, kata yang berhubungan dengan antarmuka dengan intensitas komentar paling banyak adalah “Jelek”, “tampilan”, “sulit”, “buruk” dan lain sebagainya. Pada table 6 merupakan hasil rekap dari Teknik *web scraping* ulasan pengguna iPusnas.

TABEL 5
REKAP WEB SCRAPING ULASAN PENGGUNA IPUSNAS

No	Skor	Komentar
1	1	pajak rakyat cuma dibuat untuk aplikasi yg sering error ini?
2	5	jumlah batasan peminjam harus diperbanyak, jangan ada batasan jumlah copyan
3	4	notifikasinya kok gak ada ya? biasanya klu buku yg antri udh tersedia, muncul notifikasinya. ini jd ngecek trus di antrian buku nya udh ada apa blm. lebih suka aplikasi sbm diupdate.
4	1	Wow.
5	2	halo admin, saya baca komentar banyak Masalah oleh beberapa user dan saya juga menunggu antrian begitu lama. tambahan tolong perlengkapan bukunya jangan ada yang di sembunyikan. Terimakasih
...		
16721	5	Keren
16722	5	Semoga Bermanfaat
16723	5	Sesuai dengan kebutuhan saat ini
16724	5	Deskripsi
16725	5	Di coba dulu ..

Tahapan selanjutnya dilakukan analisis data dengan menggunakan NLP. Komentar ulasan hasil *web scraping* diolah menggunakan NLP untuk mengklasifikasikan dan mengidentifikasi kata kunci negatif yang berhubungan dengan UI/UX.



Gambar 3. Grafik Prioritas Redesign Tampilan Aplikasi iPusnas dengan NLP

Hasil analisis menggunakan NLP berhasil mengelompokkan ulasan pengguna berdasarkan jenis permasalahan yang berkaitan dengan UI/UX. Pengelompokan ini mempermudah proses identifikasi kebutuhan pengguna sehingga proses *redesign* tidak hanya didasarkan pada asumsi perancang, tetapi berdasarkan pola keluhan yang paling sering muncul pada data ulasan pengguna. Pendekatan ini mendukung proses *discover* dalam metode DD karena mampu menghasilkan prioritas kebutuhan pengguna secara lebih objektif.

B. Define

Pada tahapan *empathy map* dibuat berdasarkan pola komentar terbanyak dari hasil scraping yang dikelompokkan dengan NLP pada tahap discover. Hasil klasifikasi dimuat dalam *empathy map* yang dapat membantu memahami kebutuhan pengguna. Hasil dari *empathy map* dapat dilihat pada table 7.

TABEL 6
EMPATHY MAP

Kategori	Deskripsi
See	Tampilan UI yang membingungkan dan membuat pengguna tidak nyaman.
Hear	Proses membaca dan peminjaman buku tidak smooth.
Say	“Pencarian bukunya susah digunakan”.
Think	Aplikasi seharusnya dibuat simpel dan cepat.
Pain	Tampilan visual buruk, login/logout membingungkan, navigasi sulit, proses membaca dan peminjaman buku tidak Nyaman.
Gain	Tampilan sederhana dan pengalaman membaca yang baik.

Hasil *empathy map* menunjukkan bahwa sebagian besar pengguna mengalami kendala pada proses login, navigasi, pencarian buku, serta kenyamanan saat membaca. Permasalahan tersebut konsisten dengan hasil analisis NLP pada tahap *discover*, sehingga memperkuat bahwa kebutuhan pengguna tidak hanya berasal dari persepsi responden survei, tetapi juga didukung oleh analisis ulasan pengguna dalam jumlah besar. Integrasi kedua pendekatan tersebut membantu memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terhadap kebutuhan pengguna sebelum proses *redesign* dilakukan.

Selanjutnya dari data *empathy map*, dibuat *User Persona* sebagai Karakteristik pengguna akan dijelaskan pada tahapan ini. Pembuatan *user persona* dilakukan berdasarkan hasil survei melalui *Google Form* yang telah dibagikan kepada beberapa pengguna yang terbiasa menggunakan aplikasi iPusnas ataupun aplikasi sejenis mulai dari tingkatan pelajar menengah, mahasiswa serta pekerja. Beberapa pengguna tersebut akan membantu penelitian ini untuk mengetahui kebutuhan pengguna dalam menggunakan *interface* aplikasi. Sampel dari hasil *user persona* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. User Persona

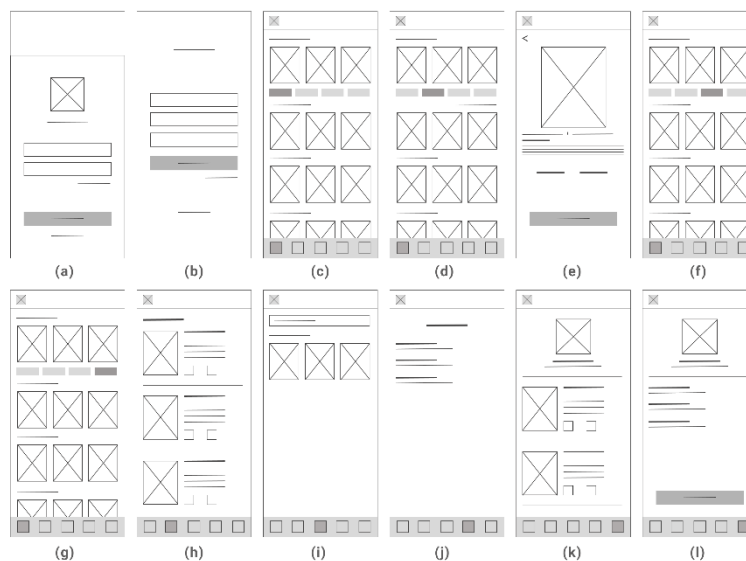
Gambar 4 merupakan sampel dari *user persona* masing-masing aktor mulai dari sampel tingkat sekolah (a), tingkat pekerja (b) dan tingkat perguruan tinggi (c). Penyusunan *user persona* bertujuan merepresentasikan karakteristik pengguna iPusnas berdasarkan kelompok pengguna yang berbeda, yaitu pelajar, mahasiswa, dan pekerja. Representasi tersebut membantu perancang memahami tujuan, kebutuhan, serta kendala yang dialami masing-masing kelompok pengguna sehingga solusi desain yang dihasilkan dapat mengakomodasi berbagai karakteristik pengguna. Selanjutnya, setelah tahapan *user persona* dilakan proses pembuatan *user journey map* yaitu Masalah utama untuk proses redesign dirangkum dalam bentuk skema *user journey map* agar alur aktivitas pengguna dapat dijabarkan dalam table 8.

TABEL 7
REKAP MASALAH UTAMA TAMPILAN APLIKASI IPUSNAS

Tahap	Masalah	Solusi
Login	Tampilan masuk kurang menarik	Buat tampilan login dengan tombol jelas dan warna yang konsisten
Pencarian Buku	Banyak responden merasa pencarian buku membingungkan	Tambahkan filter kategori dan rekomendasi buku
Proses Membaca Buku	Tampilan kurang nyaman	Gunakan desain UI yang konsisten

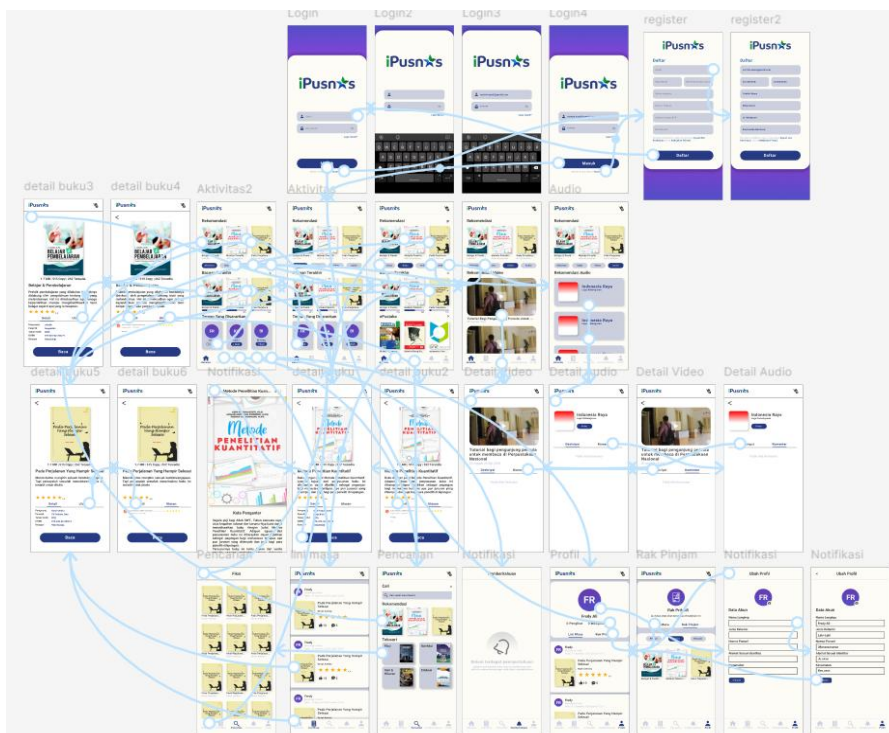
C. Develop

Pada awal tahapan ini dilakukan pembuatan *Wireframe*. *Wireframe* ini digunakan untuk memudahkan penggambaran proses alur interaksi dan navigasi pada aplikasi iPusnas yang sudah melalui proses analisis kebutuhan pengguna.



Gambar 5. Wireframe

Wireframe disusun berdasarkan hasil analisis pada tahap *define* sehingga setiap komponen antarmuka yang dirancang memiliki dasar kebutuhan pengguna yang jelas. Fokus utama perubahan meliputi penyederhanaan navigasi, peningkatan konsistensi tata letak, perbaikan struktur informasi, serta peningkatan keterbacaan antarmuka agar pengguna lebih mudah menemukan fitur yang dibutuhkan. Pada proses perancangan antarmuka untuk *redesign* aplikasi iPusnas alat bantu yang digunakan adalah Figma. Figma dipilih karena merupakan *platform* desain yang berbasis *cloud* sehingga memungkinkan perancangan antarmuka dibuat dengan cepat serta mendukung pembuatan *prototype* yang *interaktif*. Dengan menggunakan Figma, seluruh elemen desain seperti *layout*, tipografi, ikon, warna, dan komponen navigasi mudah diatur secara sistematis hingga menghasilkan rancangan yang konsisten. Dengan *prototype* interaktif yang dibuat di Figma, alur untuk navigasi aplikasi iPusnas dapat divisualisasikan dengan jelas. Hubungan antar halaman pada *prototype* ditunjukkan dengan panah interaktif yang menggambarkan bagaimana aplikasi berpindah halaman dari satu halaman ke halaman yang lain sesuai dengan aksi yang dilakukan oleh pengguna. Sehingga, Figma tidak hanya berfungsi untuk alat desain visual, tetapi juga sebagai media untuk pengujian *user experience*.



Gambar 6. Rancangan Flow Prototype

Prototype interaktif memungkinkan pengguna mensimulasikan proses penggunaan aplikasi sebelum implementasi dilakukan. Pendekatan ini membantu mengevaluasi alur navigasi dan interaksi pengguna sehingga perbaikan dapat dilakukan lebih awal tanpa harus mengembangkan aplikasi secara penuh. Dengan demikian, risiko perubahan pada tahap implementasi dapat diminimalkan.

D. Deliver

Pada tahapan ini dilakukan *pengujian SUS*: Pengujian *usability* dilakukan dengan menggunakan metode SUS yang memiliki 10 pertanyaan dengan skala skor responden 1-5. Jumlah responden yang didapat sebanyak 200 orang. Proses pengujian dilakukan secara online dengan melalui Google Form. Responden dapat melihat *prototype* dalam bentuk video dan juga diberikan link agar dapat melakukan penilaian dalam bentuk *prototype* interaktif. Dilanjutkan dengan mengisi pertanyaan pada Google Form yang berjumlah 10 pertanyaan. Pertanyaan dapat dilihat di halaman lampiran.

TABEL 8
HASIL PERNYATAAN RESPONDEN

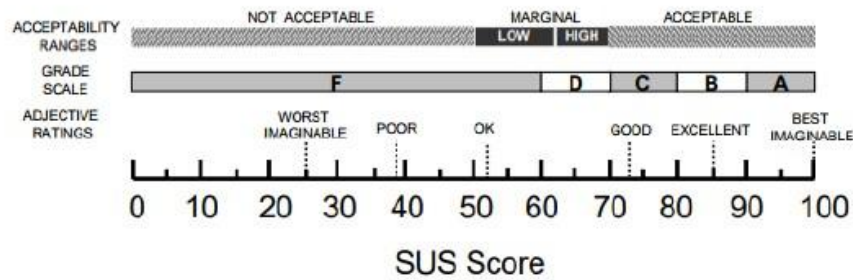
No	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
1	4	2	4	2	4	3	4	2	4	2
2	4	2	5	1	4	3	5	1	4	5
3	5	2	5	1	5	2	5	1	3	2
4	4	2	4	2	4	2	5	1	4	3
5	3	2	4	3	4	3	3	2	4	3
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
196	5	1	5	1	5	2	4	1	5	1
197	5	1	4	1	5	2	5	1	5	1
198	5	1	4	1	4	2	5	1	5	1
199	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
200	5	1	4	1	5	2	5	1	5	1

Setiap jawaban responden dihitung dengan rumus SUS, yang menjumlahkan skor hasil pengolahan 10 pertanyaan, untuk pertanyaan ganjil jumlah skor dikurangi 1, sedangkan pertanyaan genap jumlah skor dikurangi 5. Setelah dihitung, setiap jawaban responden dijumlahkan kemudian dikalikan 2,5. Terakhir, seluruh total skor dijumlahkan dan dihitung rata-rata keseluruhan responden.

TABEL 9
HASIL PERHITUNGAN SUS

No	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Jumlah	Nilai
1	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	29	73
2	3	3	4	4	3	2	4	4	3	0	30	75
3	4	3	4	4	4	3	4	4	2	3	35	88
4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	2	31	78
5	2	3	3	2	3	2	2	3	3	2	25	63
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
196	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	38	95
197	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	38	95
198	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	37	93
199	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
200	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	38	95
Skor Rata-Rata (Hasil Akhir)												81

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh rata-rata skor SUS sebesar 81 dari total 200 responden. Nilai ini membuktikan bahwa tampilan aplikasi iPusnas berada pada kategori *Acceptable* (B) dengan tingkat kepuasan *Good to Excellent* seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Skor SUS

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan SUS diperoleh skor rata-rata sebesar 81, yang termasuk dalam kategori *Acceptable* dengan Grade B. Nilai tersebut menunjukkan bahwa rancangan antarmuka hasil *redesign* telah memiliki tingkat *usability* yang baik dan dapat diterima oleh pengguna. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi metode DD, *Web Scraping*, dan NLP mampu menghasilkan rancangan antarmuka yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Apabila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang memperoleh skor SUS sebesar 87 [30], 86% [34], 93% [32], dan 83,3 [33], skor SUS sebesar 81 pada penelitian ini memang sedikit lebih rendah. Namun demikian, nilai tersebut masih berada pada kategori Good dan *Acceptable*, sehingga menunjukkan bahwa pendekatan yang digunakan tetap efektif dalam meningkatkan kualitas UI/UX aplikasi iPusnas. Perbedaan nilai SUS diduga dipengaruhi oleh karakteristik pengguna, kompleksitas layanan perpustakaan digital, serta ruang lingkup fitur yang dievaluasi pada masing-masing penelitian.

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi rekomendasi bagi pengelola aplikasi iPusnas dalam melakukan pengembangan antarmuka berdasarkan kebutuhan pengguna yang diperoleh dari data ulasan. Dari sisi akademis, penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi *Web Scraping*, NLP, dan DD merupakan pendekatan yang dapat digunakan untuk menghasilkan proses *redesign* UI/UX yang lebih berbasis data (*data-driven design*). Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Data ulasan yang dianalisis berasal dari platform Google Play sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan seluruh pengguna iPusnas. Selain itu, evaluasi dilakukan pada tahap *prototype*, sehingga efektivitas rancangan terhadap aplikasi yang telah diimplementasikan belum dapat diukur secara langsung. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat mengimplementasikan hasil *redesign* pada aplikasi nyata, memperluas sumber data ulasan, serta mengevaluasi pengalaman pengguna menggunakan instrumen lain seperti User Experience Questionnaire (UEQ) atau Heuristic Evaluation.

IV. SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan melakukan *redesign* antarmuka aplikasi iPusnas dengan mengintegrasikan *Web Scraping*, NLP dan metode DD untuk menghasilkan rancangan antarmuka yang lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses *Web Scraping* berhasil mengumpulkan sebanyak 16.725 ulasan pengguna aplikasi iPusnas yang selanjutnya dianalisis menggunakan NLP untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan permasalahan UI/UX sebagai dasar penyusunan prioritas *redesign*. Penerapan metode DD melalui tahapan *discover*, *define*, *develop*, dan *deliver* mampu menghasilkan rancangan antarmuka yang berorientasi pada kebutuhan pengguna. Hasil evaluasi menggunakan SUS terhadap 200 responden memperoleh skor rata-rata 81, yang termasuk dalam kategori *Acceptable* (Grade B) dengan tingkat kepuasan *Good to Excellent*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi *Web Scraping*, NLP, dan DD efektif dalam mendukung proses *redesign* antarmuka berbasis kebutuhan pengguna sehingga menghasilkan rancangan dengan tingkat *usability* yang baik. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena evaluasi dilakukan pada tahap *prototype* dan belum diimplementasikan pada aplikasi iPusnas secara nyata. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat mengimplementasikan hasil *redesign* pada aplikasi yang sebenarnya serta melakukan evaluasi lanjutan menggunakan instrumen lain, seperti *User Experience Questionnaire* (UEQ) atau *Heuristic Evaluation*, untuk memperoleh gambaran pengalaman pengguna yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Kasauli, E. Knauss, J. Horkoff, G. Liebel, and F. G. de Oliveira Neto, "Requirements Engineering Challenges and Practices in Large-Scale Agile System Development," *J. Syst. Softw.*, vol. 172, p. 110851, 2021, doi: 10.1016/j.jss.2020.110851.
- [2] R. Ramadani and D. Mahdiana, "Systematic Literature Review on The Application Of UI/UX Design Methods in System Development," *J. Tek. Inform.*, vol. 5, pp. 103–111, Jul. 2024, doi: 10.52436/1.jutif.2024.5.4.2073.
- [3] L. Bilousova, L. Gryzun, and N. Zhytienova, "Fundamentals of UI/UX Design as a Component of The Pre-Service Specialist's Curriculum," *SHS Web Conf.*, vol. 104, p. 2015, Jan. 2021, doi: 10.1051/shsconf/202110402015.
- [4] P. Jordan, *An Introduction to Usability*. 2020. doi: 10.1201/9781003062769.
- [5] T. Miya and I. Govender, "UX/UI Design of Online Learning Platforms and Their Impact on Learning: A Review," *Int. J. Res. Bus. Soc. Sci. (2147- 4478)*, vol. 11, pp. 316–327, Dec. 2022, doi: 10.20525/ijrbs.v11i10.2236.
- [6] F. Suryanata and R. Rusdiansyah, "Website UI/UX Analysis and Redesign using Usability Testing Methods," *Informatics Softw. Eng.*, vol. 2, pp. 1–7, May 2024, doi: 10.58777/ise.v2i1.96.
- [7] H. Anra, K. S. Sari, and A. Perwitasari, "Evaluasi dan Perancangan Ulang UI / UX Aplikasi," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 10, no. 2, pp. 215–225, 2024.
- [8] T. I. Hasan, C. I. Silalahi, R. Y. Rumagit, and G. D. Pratama, "UI/UX Design Impact on E-Commerce Attracting Users," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 245, no. C, pp. 1075–1082, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.10.336.
- [9] E. Krisnanik and T. Rahayu, "UI/UX Integrated Holistic Monitoring of Paud using The TCSD Method," *Bull. Electr. Eng. Informatics*, vol. 10, no. 4, pp. 2273–2284, 2021, doi: 10.11591/EEI.V10I4.3108.
- [10] M. Santoso, "Implementation Of UI/UX Concepts and Techniques In Web Layout Design with Figma," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. Vol 6, p. 279, Apr. 2024, doi: 10.47233/jteksis.v6i2.1223.
- [11] I. Darmawan, M. S. Anwar, A. Rahmatulloh, and H. Sulastri, "Design Thinking Approach for User Interface Design and User Experience on Campus Academic Information Systems," *Int. J. Informatics Vis.*, vol. 6, no. 2, pp. 327–334, 2022, doi: 10.30630/joiv.6.2.997.
- [12] F. Talamayan, "Beyond Algorithms: Exploring the Power and Sociopolitical Impact of UI and UX Design," Dec. 2024.
- [13] T. Oudhof, "Redesign of the GoodMoovs UI and UX & Building an online community," University of Twente, Enschede, 2020. [Online]. Available: <https://purl.utwente.nl/essays/83063>
- [14] D. Saputra and R. Kania, "Designing User Interface of a Mobile Learning Application by Using a Design Thinking Approach: A Case Study on UNI Course," *J. Mark. Innov.*, vol. 2, no. 2, pp. 102–119, 2022, doi: 10.35313/jmi.v2i2.36.
- [15] R. B. Fahreri, "Redesign UI/UX Website of Professional Certification Institute Using Design Thinking Method and Agile Framework," *Eduvest - J. Univers. Stud.*, vol. 4, no. 12, pp. 11841–11855, 2024, doi: 10.59188/eduvest.v4i12.1356.
- [16] A. Mukhtar, B. C. Lumingkewas, and A. Rofi'i, "The Implementation of User Centered Design Method in Developing UI/UX," *J. Inf. Syst. Technol. Eng.*, vol. 1, pp. 26–31, Jun. 2023, doi: 10.61487/jiste.v1i2.13.
- [17] H. W. Alomari, V. Ramasamy, J. D. Kiper, and G. Potvin, "A User Interface (UI) and User eXperience (UX) evaluation framework for cyberlearning environments in computer science and software engineering education," *Heliyon*, vol. 6, no. 5, p. e03917, 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03917.
- [18] M. Fadli, "User Interface and User Experience of Indosport Mobile Applications Using a User Centered Design Approach," *Arty J. Seni Rupa*, vol. 9, pp. 128–138, Aug. 2020, doi: 10.15294/arty.v9i2.40365.
- [19] S. A. Kamizi, *UI/UX of Human-Machine Interface for Industrial Application: Review and Preliminary Design*. 2021.
- [20] P. Kureerung, L. Ramingwong, S. Ramingwong, K. Cosh, and N. Eiamkanitchat, "A Framework for Designing Usability: Usability Redesign of a Mobile Government Application," *Inf.*, vol. 13, no. 10, pp. 1–26, 2022, doi: 10.3390/info13100470.
- [21] E. Geerts, "A multi-layered interface for older adults a study into the learnability and user experience of an introduction layer for a mobile application," 2020.
- [22] E. Sandalcı Kantar, "A Case Study on Defining Simplicity in Interaction Design: A Review of The Schematic and Functional Evaluation of The Simple Mode Smartphone Interface," 2021. doi: 10.13140/RG.2.2.22174.05447.
- [23] M. D. Ariawan, A. Triayudi, and I. D. Sholihati, "Perancangan User Interface Design dan User Experience Mobile Responsive Pada Website Perusahaan," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, p. 161, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1896.
- [24] A. Subiyakto *et al.*, "Investigating User Experience to Redesign User Interface Using User-Centered Design Approach," vol. 13, pp. 861–868, Aug. 2022, doi: 10.24507/iceicelb.13.08.861.
- [25] K. Dwi Wahyudi, L. Amanda Putra, M. Redho Saputra, N. Akbar, S. Setyawan, and M. Rizky Pribadi, "Desain UI/UX Aplikasi HealMed Menggunakan Metode Design Thinking," *MDP Student Conf.*, vol. 1, no. 1, pp. 267–272, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.mdp.ac.id/index.php/msc/article/view/1757>
- [26] Putri Balkis and N. Oktaviani, "Re-Design User Interface Website PT. Gozco Menggunakan Design Thinking," *J. Fasilkom*, vol. 13, no. 02, pp. 214–224, 2023, doi: 10.37859/jf.v13i02.5528.
- [27] Khadijah, "Studi Perbandingan Metodologi UI/UX (Studi Kasus: Prototype Aplikasi PDBI Academic Information System)," *J. Inov. Has. Penelit. dan Pengemb.*, vol. 2, no. 4, pp. 292–301, 2022.
- [28] R. A. Malik and M. Fridadani, "UI/UX Analysis and Design Development of Less-ON Digital Startup Prototype by Using Lean UX," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 6, pp. 958–965, Dec. 2022, doi: 10.29207/resti.v6i6.4454.
- [29] G. Wang, "Digital Reframing: The Design Thinking of Redesigning Traditional Products Into Innovative Digital Products," *J. Prod. Innov. Manag.*, vol. 39, Sep. 2021, doi: 10.1111/jpim.12605.
- [30] I. G. N. Darma Paramartha, N. L. W. S. Ariesta, A. W. O. Gama, and G. H. Prathama, "UX Analysis and UI Development of iOS-Based Bali Calendar Application with Double Diamond Method," *J. Info Sains Inform. dan Sains*, vol. 14, no. 04, pp. 810–822, 2024, doi: 10.54209/infosains.v14i04.
- [31] S. Park and G. Y. Kim, "The Implementation of the UI/UX of UDS Solution :Focusing on Busan Metropolitan City's Data," *J. Digit. Contents Soc.*, vol. 23, no. 10, pp. 2027–2034, 2022, doi: 10.9728/dcs.2022.23.10.2027.
- [32] G. Septiawan, M. Arifin, and T. Sagirani, "Pendekatan Double Diamond Untuk Meningkatkan Ketertarikan Pengguna Pada Portal Akademik," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 10, no. 2, pp. 228–240, 2023.
- [33] Ri. Hidayat, Agung Triayudi, and Ira Diana Sholihati, "Implementation of the Double Diamond Method in User Experience Design of Health Service Application (Homecare)," *SaNa J. Blockchain, NFTs Metaverse Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 80–89, 2024, doi: 10.58905/sana.v2i1.272.
- [34] R. C. R. M. C. A. N. A. Istiqomah, "UI/UX Design of the Mobile Application 'Kalem' Using the Double Diamond Method," *ENCRYPTION J. Inf. Technol.*, no. Vol. 3 No. 1 (2024): ENCRYPTION: Journal of Information And Technology, July 2024, pp. 1–10, 2024, [Online]. Available: <https://asianpublisher.id/journal/index.php/encryption/article/view/577/444>
- [35] A. M. Ehsan and W. bin Ahsan, "Unraveling Misinformation in Bangladesh: Perceptions, Impacts, and Strategies for Mitigation," *Userhub J.*, pp. 1–24, 2024, doi: 10.58947/pbsy-tgjr.

- [36] I. Dongo *et al.*, “A Qualitative and Quantitative Comparison Between Web scraping and API Methods for Twitter Credibility Analysis,” *Int. J. Web Inf. Syst.*, vol. 17, no. 6, pp. 580–606, Aug. 2021, doi: 10.1108/IJWIS-03-2021-0037.
- [37] V. Singrodia, A. Mitra, and S. Paul, “A Review on Web Scrapping and its Applications,” in *2019 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI)*, 2019, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICCCI.2019.8821809.
- [38] I. Arief, M. Farhandika, A. Indrapriyatna, A. Yulianto, and Y. Meuthia, “Enhancing User Interface and Experience of the Bukalapak Application: A Sentiment Analysis Approach for Improved Usability and User Satisfaction in Indonesia’s E-Commerce Sector,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 7, pp. 1192–1204, Oct. 2023, doi: 10.29207/resti.v7i5.5184.
- [39] V. Pichiyan, S. Muthulingam, S. G. S. Nalajala, A. Ch, and M. N. Das, “Web Scraping using Natural Language Processing: Exploiting Unstructured Text for Data Extraction and Analysis,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 230, no. C, pp. 193–202, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.procs.2023.12.074.
- [40] O. Haggag, J. Grundy, and R. Hoda, “Towards Enhancing Mobile App Reviews: A Structured Approach to User Review Entry, Analysis and Verification,” *Int. Conf. Eval. Nov. Approaches to Softw. Eng. ENASE - Proc.*, no. Enase, pp. 598–604, 2024, doi: 10.5220/0012701000003687.
- [41] E. Fatima, H. Kanwal, J. A. Khan, and N. D. Khan, “An Exploratory and Automated Study of Sarcasm Detection and Classification in App Stores using Fine-Tuned Deep Learning Classifiers,” *Autom. Softw. Eng.*, vol. 31, no. 2, p. 69, 2024, doi: 10.1007/s10515-024-00468-3.
- [42] N. Campos Macias, W. Düggelein, Y. Ruf, and T. Hanne, “Building a Technology Recommender System Using Web Crawling and Natural Language Processing Technology,” *Algorithms*, vol. 15, no. 8, 2022, doi: 10.3390/a15080272.
- [43] A. R. Hendrayanto, M. Muktiarni, and J. Mupita, “Perception of Junior High School Students in Using iPusnas App as Medium for Increase Literacy Social Studies Subject,” *Indones. J. Educ. Res. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 149–154, 2022, doi: 10.17509/ijert.v2i3.38560.