

# ANALISIS PENGARUH GAMIFIKASI DAN KENYAMANAN APLIKASI DUOLINGO TERHADAP EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN BAHASA MENGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING

Anisa Cikal Virgifiani<sup>1)</sup>, Erin Nurfajrina<sup>2)</sup>, Dinar Salpa Aulia<sup>3)</sup>, Muhamad Haris Dirmansyah<sup>4)</sup>, Ir. somantri, S.T, M.Kom<sup>5)</sup>

<sup>1, 2, 3, 4)</sup> Teknik Informatika, Fakultas Teknik Komputer dan Desain, Universitas Nusa Putra  
Jl. Raya Cibolang No.21, Cibolang Kaler, Kec.Cisaat, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat 43152  
[anisa.cikal\\_ti23@nusaputra.ac.id](mailto:anisa.cikal_ti23@nusaputra.ac.id)<sup>1)</sup>, [erin.nurfajrina\\_ti23@nusaputra.ac.id](mailto:erin.nurfajrina_ti23@nusaputra.ac.id)<sup>2)</sup>, [dinar.salpa\\_ti23@nusaputra.ac.id](mailto:dinar.salpa_ti23@nusaputra.ac.id)<sup>3)</sup>,  
[muhamad.haris\\_ti23@nusaputra.ac.id](mailto:muhamad.haris_ti23@nusaputra.ac.id)<sup>4)</sup>, [somantri@nusaputra.ac.id](mailto:somantri@nusaputra.ac.id)<sup>5)</sup>

\* Korespondensi: e-mail: [anisa.cikal\\_ti23@nusaputra.ac.id](mailto:anisa.cikal_ti23@nusaputra.ac.id)

## ABSTRAK

Penelitian ini menyelidiki pengaruh fitur gamifikasi dan kenyamanan pada aplikasi Duolingo terhadap persepsi efektivitas pembelajaran bahasa dengan menggunakan metode K-Means Clustering. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengelompokkan pengguna berdasarkan persepsi mereka terhadap aspek-aspek tersebut serta dampaknya terhadap hasil pembelajaran bahasa. Data survei melalui tahapan pre-processing yang ketat, meliputi pembersihan kolom, penanganan data hilang, serta pembentukan skor komposit untuk variabel gamifikasi, kenyamanan, usability, dan efektivitas pembelajaran. Uji validitas instrumen menggunakan uji reliabilitas menggunakan Cronbach's Alpha menunjukkan tingkat validitas dan konsistensi internal yang sangat baik pada seluruh konstruk (nilai Alpha > 0,850). Penerapan metode K-Means Clustering dengan jumlah kluster optimal K=4 yang ditentukan menggunakan Elbow Method menghasilkan empat segmen pengguna yang berbeda, yaitu: Cluster 0 (Pengguna Sangat Puas dan Efektif) sebagai segmen terbesar dengan 38,46% (40 responden) yang menunjukkan skor rata-rata tertinggi pada seluruh dimensi; Cluster 1 (Pengguna Cukup Puas dengan Persepsi Beragam) sebanyak 21,15% (22 responden) dengan nilai sedang pada setiap variabel; Cluster 2 (Pengguna yang Mengapresiasi Gamifikasi dan Usability namun Kurang pada Kenyamanan) sebesar 34,62% (36 responden); serta Cluster 3 (Pengguna Kurang Puas secara Umum) sebagai segmen terkecil dengan 5,77% (6 responden) yang memiliki skor terendah pada seluruh aspek. Nilai Silhouette Score sebesar 0,50 menunjukkan bahwa struktur kluster yang dihasilkan tergolong cukup baik. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa aplikasi Duolingo secara umum mampu memberikan pengalaman pembelajaran yang positif bagi sebagian besar pengguna, namun masih terdapat peluang untuk meningkatkan aspek kenyamanan bagi segmen pengguna tertentu. Temuan ini diharapkan dapat memberikan wawasan strategis bagi pengembang dalam pengembangan produk dan strategi pemasaran yang lebih terarah.

**Kata Kunci:** Duolingo, efektivitas pembelajaran, gamifikasi, K-Means clustering, kenyamanan aplikasi

## ABSTRACT

This study investigates the influence of gamification and convenience features of the Duolingo application on perceived language learning effectiveness using the K-Means Clustering method. The primary objective is to segment users based on their perceptions of these features and their impact on learning outcomes. The survey data underwent rigorous preprocessing, including column cleaning, missing value imputation, and the construction of composite scores for gamification, convenience, usability, and learning effectiveness. Instrument validity was reliability testing employed Cronbach's Alpha, confirmed excellent internal consistency and validity across all constructs (Cronbach's Alpha > 0.850). The application of K-Means Clustering with an optimal number of clusters (K = 4), determined using the Elbow Method, resulted in four distinct user segments: Cluster 0 (Highly Satisfied and Effective Users), representing the largest group at 38.46% (40 respondents) with the highest average scores across all dimensions; Cluster 1 (Moderately Satisfied Users with Mixed Perceptions), accounting for 21.15% (22 respondents) with moderate scores; Cluster 2 (Gamification and Usability-Oriented Users with Lower Convenience Perception), comprising 34.62% (36 respondents); and Cluster 3 (Generally Dissatisfied Users), the smallest segment at 5.77% (6 respondents) with the lowest scores across all aspects. An overall Silhouette Score of 0.50 indicates a reasonably well-defined clustering structure. The findings suggest that Duolingo provides a positive learning experience for the majority of users; however, there remains potential for improving convenience features for specific user segments. This study offers strategic insights to support targeted product development and more effective marketing strategies.

**Keywords:** Duolingo, learning effectiveness, gamification, K-Means clustering, application comfort

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah mentransformasi paradigma pendidikan, termasuk dalam bidang pembelajaran bahasa. Aplikasi mobile berbasis bahasa telah menjadi salah satu medium yang semakin populer karena menawarkan aksesibilitas, fleksibilitas, dan pendekatan yang interaktif[1], [2]. Di antara berbagai platform yang tersedia, Duolingo menonjol sebagai salah satu aplikasi paling banyak digunakan di dunia, yang tidak hanya menyajikan materi pembelajaran, tetapi juga mengintegrasikan mekanisme gamifikasi secara mendalam sebagai inti pengalaman belajarnya. Elemen-elemen seperti poin (XP), *streak*, *leaderboard*, *badge*, dan *reward virtual* dirancang untuk meningkatkan motivasi, membangun kebiasaan belajar konsisten, serta mempertahankan keterlibatan pengguna dalam jangka panjang[2], [3].

Selain gamifikasi, aspek kenyamanan penggunaan (*user comfort*) menjadi faktor krusial dalam menentukan keberterimaan suatu aplikasi pembelajaran. Kenyamanan ini mencakup kemudahan navigasi, kejelasan antarmuka, kecepatan respons, dan desain yang intuitif yang secara kolektif membentuk persepsi pengguna terhadap kualitas sistem informasi yang disediakan. Pengalaman pengguna yang nyaman tidak hanya mengurangi hambatan kognitif selama belajar, tetapi juga dapat memperkuat dampak positif dari elemen gamifikasi itu sendiri[4].

Namun, meskipun Duolingo telah berhasil menggabungkan gamifikasi dan desain yang ramah pengguna, masih terdapat celah pemahaman mengenai bagaimana persepsi pengguna terhadap kedua aspek ini saling berinteraksi dan memengaruhi efektivitas pembelajaran. Apakah pengguna yang sangat menghargai gamifikasi juga merasakan kenyamanan yang tinggi? Atau justru terdapat kelompok pengguna yang merasa gamifikasi menarik, tetapi kurang nyaman dengan antarmuka aplikasi? Pertanyaan-answer seperti ini memerlukan pendekatan analitis yang lebih terstruktur untuk mengidentifikasi pola-pola yang mungkin tersembunyi di dalam populasi pengguna yang heterogen.

Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengisi celah tersebut dengan menerapkan analisis kluster menggunakan metode K-Means untuk mengelompokkan pengguna berdasarkan penilaian mereka terhadap aspek gamifikasi dan kenyamanan[5], [6]. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya melihat kedua variabel secara terpisah, tetapi juga mengeksplorasi bagaimana konfigurasi persepsi pengguna dapat membentuk segmen-segmen yang berbeda, yang pada gilirannya dapat memberikan wawasan mendalam bagi pengembangan strategi desain yang lebih personal, efektif, dan berorientasi pada pengguna.

Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat dihasilkan rekomendasi yang berdampak baik bagi pengembang aplikasi maupun pendidik dalam memanfaatkan gamifikasi dan prinsip *user experience* untuk menciptakan lingkungan belajar bahasa yang lebih adaptif, menyenangkan, dan secara pedagogis efektif.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Gamifikasi

Gamifikasi merupakan pendekatan yang mengadopsi elemen permainan ke dalam konteks non-permainan dengan tujuan meningkatkan motivasi dan keterlibatan pengguna[7], [8]. Dalam bidang pendidikan, gamifikasi banyak diterapkan pada sistem pembelajaran digital untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif. Gamifikasi mencakup penggunaan elemen seperti poin, level, tantangan, *reward*, dan *leaderboard*. Pada aplikasi Duolingo, gamifikasi diterapkan melalui fitur XP (*experience points*), *streak* harian, *badge*, *league*, dan *leaderboard* yang mendorong pengguna untuk belajar secara konsisten[2].

Gamifikasi dalam pembelajaran bahasa berfungsi sebagai pemicu motivasi intrinsik dan ekstrinsik. Motivasi intrinsik muncul dari rasa senang dan pencapaian pribadi, sedangkan motivasi ekstrinsik diperoleh melalui penghargaan atau kompetisi. Kombinasi kedua bentuk motivasi ini terbukti mampu meningkatkan durasi dan frekuensi belajar pengguna[9].

### B. Kenyamanan Aplikasi (*Usability*)

Kenyamanan aplikasi atau *usability* mengacu pada sejauh mana suatu sistem dapat digunakan secara mudah, efisien, dan menyenangkan oleh pengguna[4]. *usability* terdiri dari lima aspek utama, yaitu kemudahan dipelajari, efisiensi penggunaan, kemudahan diingat, minim kesalahan, dan kepuasan pengguna.

Dalam konteks aplikasi pembelajaran bahasa, kenyamanan aplikasi sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap keberlanjutan penggunaan. Aplikasi yang memiliki tampilan sederhana, navigasi yang jelas, serta respon sistem yang baik akan meminimalkan beban kognitif pengguna saat belajar[10].

Duolingo dirancang dengan antarmuka yang intuitif, ikon yang mudah dikenali, serta alur belajar yang terstruktur. Kenyamanan ini memungkinkan pengguna untuk fokus pada materi pembelajaran tanpa terganggu oleh kesulitan teknis atau desain antarmuka yang kompleks.

### C. Sistem Informasi Pembelajaran Berbasis Aplikasi

Sistem informasi pembelajaran berbasis aplikasi merupakan sistem digital yang menyediakan fasilitas belajar secara mandiri melalui perangkat elektronik. Sistem ini mendukung penyampaian materi, evaluasi pembelajaran, serta pelacakan perkembangan pengguna[11].

Duolingo sebagai sistem informasi pembelajaran bahasa berbasis aplikasi memanfaatkan teknologi digital untuk menyajikan materi secara adaptif dan personal. Setiap pengguna mendapatkan jalur belajar yang disesuaikan dengan kemampuan dan progres masing-masing. Integrasi gamifikasi dan *usability* yang baik menjadikan sistem ini efektif dalam mendukung proses pembelajaran jangka panjang.

### D. Efektivitas Pembelajaran

Efektivitas pembelajaran dapat diartikan sebagai tingkat keberhasilan suatu sistem dalam mencapai tujuan belajar yang telah ditetapkan[12], [13]. Dalam penelitian ini, efektivitas pembelajaran diukur berdasarkan persepsi pengguna terhadap peningkatan kemampuan bahasa, pemahaman materi, motivasi belajar, dan keinginan untuk terus menggunakan aplikasi.

Pembelajaran dianggap efektif apabila pengguna merasakan peningkatan kemampuan linguistik serta memiliki pengalaman belajar yang positif. Faktor gamifikasi dan kenyamanan aplikasi menjadi variabel penting yang mempengaruhi efektivitas tersebut, khususnya pada pembelajaran berbasis aplikasi digital[7], [8].

### E. Metode K-Means Clustering

K-Means Clustering adalah salah satu metode analisis data berbasis *machine learning* yang digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa *cluster* berdasarkan tingkat kemiripan tertentu. Metode ini bekerja dengan cara meminimalkan jarak antara data dengan pusat *cluster* (centroid)[5].

Tahapan utama metode K-Means meliputi:

1. Penentuan jumlah *cluster* ( $k$ ).
2. Penentuan centroid awal.
3. Perhitungan jarak setiap data ke centroid.
4. Pengelompokan data ke *cluster* terdekat.
5. Pembaruan centroid berdasarkan rata-rata data dalam cluster.
6. Pengulangan proses hingga hasil stabil.

K-Means banyak digunakan dalam penelitian analisis perilaku pengguna karena mampu mengidentifikasi pola tersembunyi dalam data survei[14]. Dalam penelitian ini, metode K-Means digunakan untuk mengelompokkan pengguna Duolingo berdasarkan persepsi mereka terhadap fitur gamifikasi dan kenyamanan aplikasi.

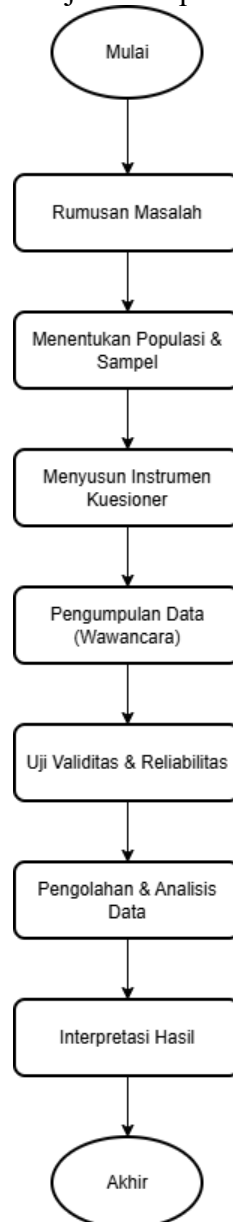
### F. Hubungan Gamifikasi, Kenyamanan Aplikasi, dan Efektivitas Pembelajaran

Gamifikasi dan kenyamanan aplikasi memiliki peran yang saling melengkapi dalam menciptakan pengalaman belajar yang efektif. Gamifikasi meningkatkan motivasi dan keterlibatan pengguna, sementara kenyamanan aplikasi memastikan proses belajar berjalan lancar tanpa hambatan teknis[8], [15].

Kombinasi kedua faktor tersebut mendorong pengguna untuk belajar secara konsisten, yang pada akhirnya berdampak positif terhadap efektivitas pembelajaran. Dengan mengelompokkan pengguna menggunakan metode K-Means, penelitian ini dapat mengidentifikasi karakteristik pengguna yang berbeda dan memahami bagaimana gamifikasi serta kenyamanan aplikasi memengaruhi pengalaman belajar

### III. METODE PENELITIAN

Tahapan metode yang dilakukan dalam penelitian efektivitas sistem informasi pembelajaran bahasa berbasis gamifikasi pada aplikasi duolingo ini dijelaskan pada gambar I berikut:



Gambar 1. Flowchart sistem  
Sumber: Peneliti

Metode penelitian ini menjelaskan langkah-langkah yang digunakan dalam pengumpulan data, pengolahan data, serta analisis menggunakan K-Means. Penelitian dilakukan secara kuantitatif dengan pendekatan deskriptif dan analisis *clustering*. Alur penelitian mengikuti tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 1. Flowchart Sistem, yang dimulai dari perumusan masalah hingga penarikan kesimpulan penelitian.

#### A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Pendekatan ini dipilih karena seluruh data yang dianalisis berupa angka dari hasil kuesioner[5],[7]. Analisis dilakukan untuk melihat pola penilaian pengguna terhadap aspek gamifikasi dan kenyamanan aplikasi Duolingo.

#### B. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah pengguna aktif aplikasi Duolingo. Sampel diambil menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan responden berdasarkan kriteria tertentu, seperti:

1. Pernah menggunakan Duolingo minimal 1 minggu.
2. Pernah berinteraksi dengan fitur gamifikasi (*XP, streak, leaderboard, badge*).
3. Menggunakan aplikasi minimal 3 kali dalam seminggu.

Jumlah sampel menyesuaikan ketersediaan responden yang memenuhi kriteria[12].

### C. Instrumen Penelitian

Data diperoleh melalui kuesioner online yang terdiri dari dua bagian utama:

#### 1. Penilaian Gamifikasi

Mengukur persepsi pengguna terhadap *poin, level, badge*, tantangan, dan fitur permainan lainnya.

#### 2. Penilaian Kenyamanan Aplikasi (*Usability*)

Mengukur kemudahan navigasi, tampilan aplikasi, kecepatan akses, serta pengalaman penggunaan secara keseluruhan.

Kuesioner menggunakan skala Likert 1–5[16].

### D. Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan menggunakan kuesioner online, dibagikan melalui WhatsApp, Google Form, dan media sosial.

### E. Uji Validitas dan Reliabilitas

Sebelum analisis, data diuji menggunakan:

1. Uji Validitas untuk memastikan setiap item pertanyaan benar-benar mengukur aspek yang dimaksud.
2. Uji Reliabilitas untuk memastikan hasil kuesioner konsisten.

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengukur konsistensi internal instrumen penelitian. Pengujian menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha* dengan batas minimum penerimaan  $\alpha \geq 0,6$ [7]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keempat konstruk penelitian memiliki reliabilitas yang sangat baik, dengan nilai *Cronbach's Alpha* melebihi 0,85. Hasil perhitungan rata-rata nilai gamifikasi dan kenyamanan aplikasi untuk setiap cluster ditampilkan pada Tabel I.

**Tabel I. Hasil Uji Realibilitas konstruk**  
Sumber: Data primer diolah peneliti (2025)

| Konstruk                 | Jumlah Item | Cronbach's Alpha | Interpretasi |
|--------------------------|-------------|------------------|--------------|
| Gamifikasi               | 5           | 0,924            | Sangat Baik  |
| Kenyamanan               | 5           | 0.924            | Sangat Baik  |
| Usabilitas               | 4           | 0.850            | Baik         |
| Efektivitas Pembelajaran | 4           | 0.888            | Sangat Baik  |

Berdasarkan hasil uji validitas dan reliabilitas di atas, dapat disimpulkan bahwa instrumen penelitian telah memenuhi syarat psikometrik yang diperlukan untuk pengumpulan data utama.

### F. Teknik Pengolahan Data



Pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis untuk memastikan kualitas dan kesiapan data untuk analisis lebih lanjut.

#### 1) Pemuatan dan Pembersihan Data

Data kuesioner yang terkumpul dimuat ke dalam *DataFrame* menggunakan pustaka *Pandas* dalam lingkungan *Python*. Penanganan *missing values* dilakukan dengan imputasi median pada kolom numerik untuk mempertahankan distribusi data dan mengurangi sensitivitas terhadap *outlier*.

#### 2) Rekayasa Fitur dan Pembentukan Skor Komposit

Untuk keperluan analisis, dilakukan pembentukan variabel komposit dengan merata-ratakan item-item pada setiap konstruk:

- skor\_gamifikasi: rata-rata 5 item gamifikasi
- skor\_kenyamanan: rata-rata 5 item kenyamanan
- skor\_usabilitas: rata-rata 4 item usabilitas
- skor\_efektivitas: rata-rata 4 item efektivitas pembelajaran

Pembentukan skor komposit ini bertujuan untuk mengagregasi pengukuran dan mengurangi dimensi data.

#### 3) Standardisasi Data

Skor komposit kemudian distandardisasi menggunakan *StandardScaler* dari pustaka *Scikit-learn* untuk memastikan semua variabel memiliki skala yang sama sebelum proses analisis berbasis jarak.

#### 4) Segmentasi dengan K-Means Clustering

Analisis segmentasi pengguna dilakukan menggunakan algoritma K-Means clustering pada skor komposit yang telah distandardisasi. Penentuan jumlah kluster optimal dilakukan dengan Metode *Elbow*, yang menghasilkan  $K = 4$  sebagai jumlah kluster terbaik[14]. Segmentasi ini mengungkap profil pengguna yang berbeda berdasarkan persepsi mereka terhadap gamifikasi, kenyamanan, *usabilitas*, dan efektivitas pembelajaran.

### G. Metode K-Means Clustering

Metode utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *K-Means Clustering*. Metode ini digunakan untuk mengelompokkan pengguna ke dalam beberapa cluster berdasarkan kesamaan pola jawaban[5], [6].

Algoritma K-Means berjalan dengan langkah:

- Menentukan jumlah *cluster* ( $k$ ).
- Menempatkan centroid awal secara acak.
- Mengelompokkan data berdasarkan kedekatan jarak dengan centroid.
- Menghitung ulang centroid berdasarkan rata-rata nilai anggota *cluster*.
- Mengulangi proses hingga posisi centroid stabil.

Rumus K-Means dituliskan sebagai:

$$J = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} |x - \mu_i|^2 \quad (1)$$

Penjelasan :

- J adalah nilai WCSS yang ingin diminimalkan.
- k adalah jumlah klaster.
- $C_i$  adalah klaster ke- $i$ .
- $x$  adalah titik data (observasi) dalam klaster  $C_i$ .
- $\mu_i$  adalah centroid (rata-rata) dari klaster  $C_i$ .
- $\|x - \mu_i\|^2$  adalah jarak *Euclidean* kuadrat antara titik data  $x$  dan centroid  $\mu_i$ . Ini mengukur seberapa jauh setiap titik data dari pusat klaster yang ditugaskan kepadanya.

### H. Interpretasi Hasil

Hasil *clustering* kemudian dianalisis untuk melihat kelompok pengguna berdasarkan tingkat ketertarikan

pada gamifikasi dan kenyamanan aplikasi. Setiap cluster diinterpretasikan untuk mengetahui karakteristik pengguna dan bagaimana kedua variabel tersebut berpengaruh terhadap efektivitas pembelajaran bahasa.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Gambaran Umum Data Penelitian

Penelitian ini melibatkan 104 responden yang merupakan pengguna aktif aplikasi Duolingo. Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner online yang disusun menggunakan skala *Likert* 1–5, mulai dari sangat tidak setuju hingga sangat setuju. Responden dipilih berdasarkan kriteria penggunaan aktif aplikasi Duolingo, sehingga data yang diperoleh merepresentasikan pengalaman pengguna secara langsung dalam proses pembelajaran bahasa.

Variabel yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi gamifikasi, kenyamanan aplikasi, dan efektivitas pembelajaran bahasa. Variabel gamifikasi mencakup elemen seperti *streak*, poin (*XP*), *leaderboard*, dan *reward*[3], sedangkan variabel kenyamanan aplikasi mencakup tampilan antarmuka, navigasi, serta desain visual aplikasi[4]. Sementara itu, efektivitas pembelajaran diukur berdasarkan persepsi responden terhadap peningkatan kemampuan bahasa dan motivasi belajar[2], [12].

Data yang terkumpul telah melalui tahapan pembersihan data (*data cleaning*) untuk mengatasi data kosong atau tidak valid, serta transformasi data untuk memudahkan proses analisis. Selanjutnya, dilakukan pengujian validitas dan reliabilitas untuk memastikan bahwa instrumen penelitian yang digunakan layak dan konsisten. Setelah seluruh tahapan tersebut terpenuhi, data dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif dan pengelompokan K-Means guna mengidentifikasi pola kepuasan pengguna berdasarkan aspek gamifikasi dan kenyamanan aplikasi Duolingo[17].

##### B. Deskripsi Data

Penelitian ini menggunakan data survei dari pengguna aplikasi Duolingo yang telah diproses untuk menghasilkan beberapa skor komposit, yaitu skor gamifikasi, skor kenyamanan, skor usabilitas, dan skor efektivitas pembelajaran. Pembentukan skor komposit dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata dari setiap indikator pada masing-masing konstruk, sesuai dengan pendekatan pengukuran persepsi pengguna pada penelitian sebelumnya [17]. Adapun jenis skor komposit yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel II.

**Tabel II. Skor Komposit**  
Sumber: Data primer diolah peneliti (2025)

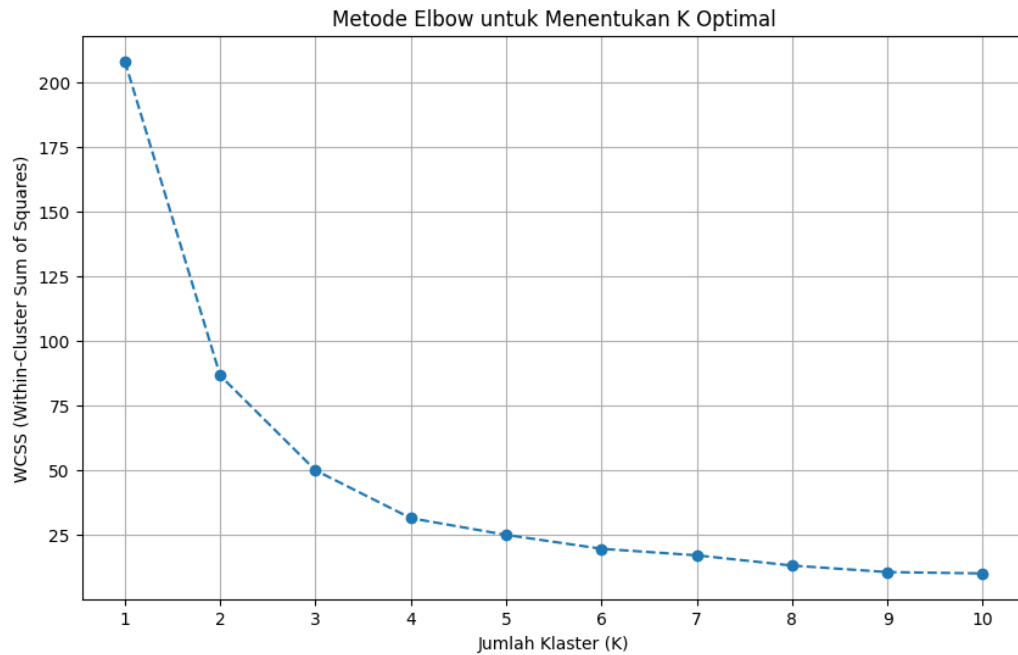
| Skor                          | Keterangan                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Skor Gamifikasi               | Merepresentasikan persepsi pengguna terhadap fitur-fitur gamifikasi ( <i>streak</i> , <i>XP</i> , <i>leaderboard</i> , <i>reward</i> , gamifikasi harian).                                    |
| Skor Kenyamanan               | Mengukur persepsi pengguna terhadap tampilan antarmuka, navigasi, dan desain visual aplikasi.                                                                                                 |
| Skor Usabilitas               | Menilai kemudahan penggunaan aplikasi, penataan menu, kejelasan informasi kemajuan, dan pantauan perkembangan.                                                                                |
| Skor Efektivitas Pembelajaran | Mengukur persepsi pengguna terhadap peningkatan kemampuan bahasa, bantuan pemahaman kosakata/tata bahasa, niat untuk terus menggunakan Duolingo, dan efektivitas aplikasi secara keseluruhan. |

##### 1) Analisis Klaster Menggunakan K-Means

###### a. Penentuan Jumlah Klaster Optimal (K)

Sebelum melakukan klusterisasi K-Means, metode Elbow digunakan untuk menentukan jumlah klaster

(K) yang paling optimal. Dari hasil plot WCSS (*Within-Cluster Sum of Squares*) terhadap berbagai nilai K (dari 1 hingga 10), titik 'siku' yang paling signifikan teridentifikasi pada  $K=4$ [6]. Visualisasi hasil analisis K-Means  $K = 4$  tersebut disajikan pada Gambar II.



Gambar II. Hasil Analisis K-Means  $K=4$

Sumber: Peneliti

Penentuan Jumlah *Cluster* menampilkan hasil pengujian metode yang digunakan untuk menentukan jumlah *cluster* optimal ( $k$ ) dalam analisis K-Means[17], yaitu Metode *Elbow*. Metode *Elbow* mencari titik "siku" pada kurva WCSS (*Within Cluster Sum of Squares*), di mana penurunan nilai WCSS mulai melambat secara signifikan, dan titik tersebut ditemukan pada  $k = 4$  (ditandai garis putus-putus biru). Dapat disimpulkan bahwa jumlah *cluster* optimal yang akan digunakan untuk pengelompokan pengguna adalah empat ( $k = 4$ ).

## b. Hasil K-Means Clustering

Setelah jumlah cluster optimal ditetapkan sebanyak empat, metode K-Means diterapkan pada data yang telah melalui proses standardisasi ( $X_{scaled}$ ). Data yang digunakan dalam proses pengelompokan terdiri dari skor gamifikasi dan skor kenyamanan aplikasi. Setiap responden selanjutnya diberikan label cluster sesuai dengan kedekatan karakteristik datanya terhadap pusat cluster.

Hasil visualisasi menunjukkan bahwa responden terbagi ke dalam empat kelompok yang berbeda, yang merepresentasikan variasi tingkat persepsi pengguna terhadap aspek gamifikasi dan kenyamanan aplikasi Duolingo. Adapun distribusi jumlah responden pada masing-masing cluster disajikan pada Tabel III.

Tabel III. Distribusi Jumlah Rata Setiap *Cluster*

Sumber: Data primer diolah peneliti (2025)

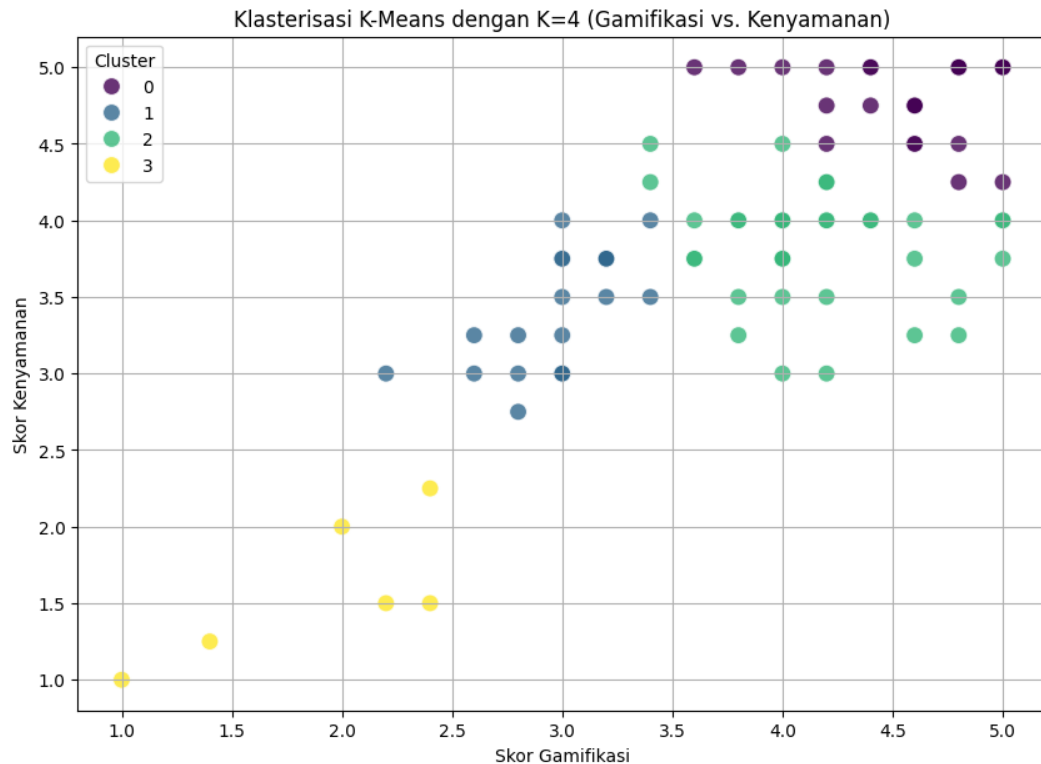
| Kelas ( <i>Cluster</i> ) | Jumlah Data |
|--------------------------|-------------|
| 0                        | 40          |
| 1                        | 22          |
| 2                        | 36          |
| 3                        | 6           |

Dari tabel di atas, Klaster 0 merupakan kelompok terbesar dengan 40 responden, diikuti Klaster 1 (22 responden), Klaster 2 (36 responden), dan Klaster 3 sebagai yang terkecil dengan 6 responden[17].



### c. Karakteristik Setiap Klaster

Untuk memahami profil setiap klaster, rata-rata skor gamifikasi, kenyamanan, usabilitas, dan efektivitas pembelajaran dihitung untuk masing-masing klaster[17]. Visualisasi hasil segmentasi pengguna menggunakan K-means clustering berdasarkan skor gamifikasi dan Kenyamanan tersebut disajikan pada Gambar III.



Gambar III. Hasil Segmentasi Pengguna Menggunakan K-means Clustering Berdasarkan Skor Gamifikasi dan Kenyamanan

Sumber: Peneliti

Penerapan algoritma K-Means dengan jumlah cluster  $K = 4$  menghasilkan pengelompokan pengguna yang terlihat jelas pada ruang dua dimensi yang dibentuk oleh Skor Gamifikasi sebagai sumbu horizontal dan Skor Kenyamanan sebagai sumbu vertikal. Setiap cluster memiliki titik pusat (centroid) dan pola sebaran anggota yang berbeda, yang mencerminkan variasi tingkat persepsi pengguna terhadap kedua aspek tersebut[17]. Rata-rata nilai Skor Gamifikasi dan Skor Kenyamanan pada masing-masing cluster disajikan pada Tabel IV.

**Tabel IV. Karakteristik Rata-Rata Skor Setiap Cluster**

Sumber: Data primer diolah peneliti (2025)

| Cluster | Skor Gamifikasi | Skor Kenyamanan | Skor Usabilitas | Skor Efektivitas Pembelajaran |
|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| 0       | 4.72            | 4.88            | 4.57            | 4.69                          |
| 1       | 2.98            | 3.39            | 3.35            | 3.15                          |
| 2       | 4.14            | 3.83            | 3.85            | 3.79                          |
| 3       | 1.90            | 1.58            | 1.88            | 1.61                          |

Berdasarkan rata-rata skor tersebut, karakteristik setiap klaster dapat dijelaskan sebagai berikut[17]:

1. Klaster 0: Pengguna Sangat Puas dan Efektif (40 Responden)

Kelompok ini menunjukkan tingkat kepuasan yang sangat tinggi di semua aspek: gamifikasi (4.72), kenyamanan/tampilan (4.88), usabilitas (4.57), dan terutama efektivitas pembelajaran (4.69).

Responden dalam klaster ini adalah pengguna 'ideal' yang menganggap aplikasi Duolingo sangat menarik, nyaman, mudah digunakan, dan benar-benar membantu mereka meningkatkan kemampuan bahasa. Mereka adalah advokat kuat dari aplikasi ini.

2. Klaster 1: Pengguna Puas Moderat dengan Persepsi Campuran (22 Responden)

Klaster ini memiliki persepsi yang beragam. Mereka menunjukkan skor gamifikasi (2.98) yang lebih rendah dibandingkan Klaster 0 dan 2, namun skor kenyamanan/tampilan (3.39) dan usabilitas (3.35) mereka berada di tengah. Persepsi efektivitas pembelajaran (3.15) mereka juga moderat. Kelompok ini mungkin merasa aplikasi cukup baik di beberapa area tetapi tidak terlalu menonjol di area lain, menghasilkan kepuasan yang tidak tinggi maupun rendah.

3. Klaster 2: Pengguna Menghargai Gamifikasi & Usabilitas, Kurang di Kenyamanan (36 Responden)

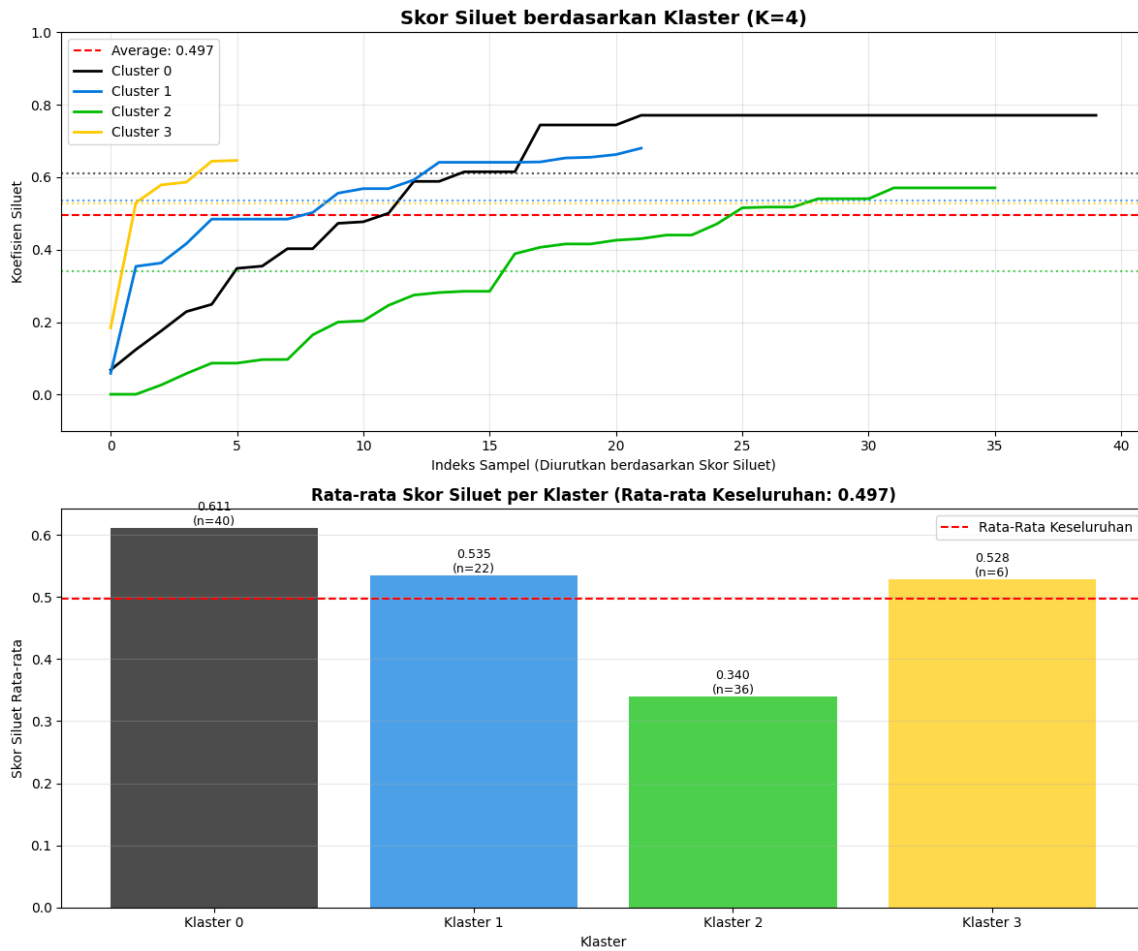
Kelompok ini sangat menghargai aspek gamifikasi (4.14) dan menemukan aplikasi ini cukup mudah digunakan (usabilitas: 3.85), namun memiliki keberatan yang jelas terhadap kenyamanan atau tampilan visual aplikasi (3.83). Meskipun demikian, persepsi efektivitas pembelajaran mereka cukup baik (3.79). Hal ini mengindikasikan bahwa fitur gamifikasi yang kuat dan usabilitas yang baik dapat mengkompensasi kekurangan di sisi kenyamanan/tampilan sampai batas tertentu dalam memengaruhi efektivitas pembelajaran.

4. Klaster 3: Pengguna Tidak Puas Secara Umum (6 Responden)

Klaster ini adalah kelompok yang paling tidak puas di semua aspek. Dengan skor gamifikasi (1.90), kenyamanan/tampilan (1.58), usabilitas (1.88), dan efektivitas pembelajaran (1.61) yang sangat rendah, responden di kelompok ini merasakan pengalaman yang sangat negatif terhadap aplikasi Duolingo. Mereka kemungkinan tidak menemukan nilai dalam fitur gamifikasi, merasa aplikasi tidak nyaman dan sulit digunakan, serta tidak merasakan adanya peningkatan dalam pembelajaran bahasa.

#### d. Evaluasi Kualitas Klaster (*Silhouette Score*)

Untuk menilai kualitas hasil pengelompokan, dilakukan evaluasi menggunakan Silhouette Score pada data yang telah melalui proses standardisasi. Metode ini digunakan untuk mengukur tingkat kesesuaian setiap data terhadap cluster yang dibentuk serta jarak pemisah antarcluster. Visualisasi hasil perhitungan Silhouette Score untuk jumlah cluster  $K = 4$  ditampilkan pada Gambar IV.



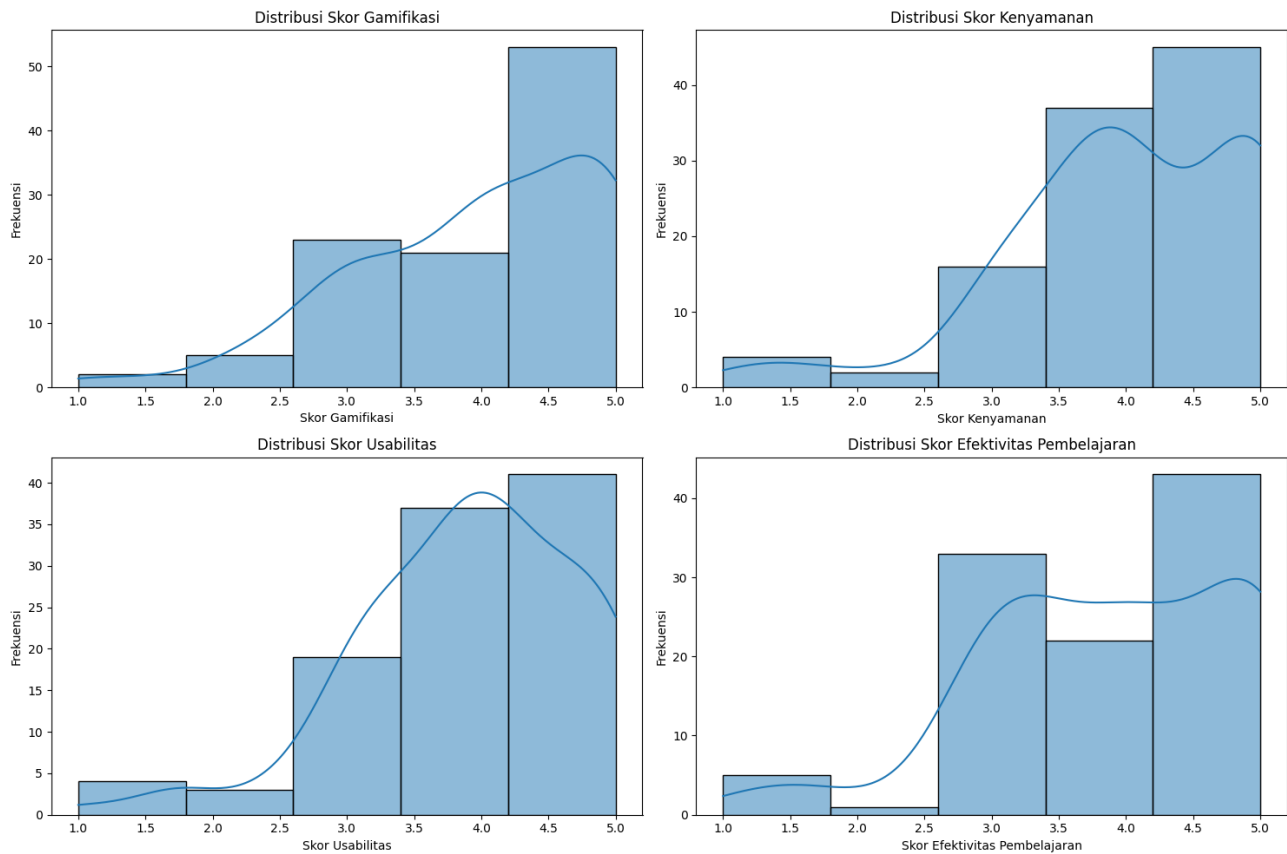
Gambar IV. Hasil Silhouette Score  
Sumber: Peneliti

Untuk mengevaluasi kualitas klasterisasi, *Silhouette Score* dihitung pada data yang distandardisasi. Hasilnya, *Silhouette Score* untuk K=4 adalah 0.50[17]. Nilai *Silhouette Score* sebesar 0,50 mengindikasikan bahwa struktur klaster yang terbentuk berada pada kategori cukup baik. Secara umum, nilai ini menunjukkan bahwa sebagian besar data telah terkelompok dengan cukup jelas ke dalam klasternya masing-masing dan memiliki jarak yang memadai terhadap klaster lain. Namun, masih terdapat kemungkinan adanya beberapa data yang berada di area perbatasan antar klaster atau memiliki tingkat kemiripan dengan klaster terdekat.

Meskipun tidak menunjukkan pemisahan klaster yang sangat kuat, nilai *Silhouette Score* ini sudah mencerminkan bahwa penggunaan K-Means dengan K = 4 mampu menghasilkan segmentasi pengguna Duolingo yang relevan dan dapat diinterpretasikan, sehingga layak digunakan untuk analisis lebih lanjut terkait karakteristik pengguna dan efektivitas pembelajaran berbasis gamifikasi.

### C. Pembahasan

Untuk memberikan gambaran awal mengenai kecenderungan penilaian responden, dilakukan analisis distribusi skor terhadap variabel gamifikasi, kenyamanan, usabilitas, dan efektivitas pembelajaran. Analisis ini bertujuan untuk melihat pola persebaran nilai yang diberikan responden terhadap setiap aspek yang diteliti sebelum dilakukan pembahasan lebih lanjut. Visualisasi hasil distribusi skor tersebut disajikan pada Gambar V.



*Gambar V. Hasil Distribusi Jumlah Data Perlabel*  
Sumber: Peneliti

Gambar distribusi skor ini menyajikan hasil penilaian responden terhadap empat aspek utama aplikasi Duolingo: Gamifikasi, Kenyamanan, Usabilitas, dan Efektivitas Pembelajaran. Secara keseluruhan, keempat variabel tersebut menunjukkan distribusi skor yang cenderung positif, dengan mayoritas frekuensi terkonsentrasi pada rentang skor 4.0 hingga 5.0. Distribusi skor Kenyamanan dan Usabilitas terlihat sangat tinggi, mengindikasikan bahwa responden sangat puas dengan aspek antarmuka dan kemudahan penggunaan aplikasi. Sementara itu, skor Gamifikasi juga menunjukkan dominasi pada nilai-nilai tinggi, yang sejalan dengan kesimpulan bahwa elemen permainan mampu meningkatkan motivasi belajar. Terakhir, distribusi skor Efektivitas Pembelajaran juga berada pada kategori tinggi, menunjukkan bahwa pengguna merasakan peningkatan kemampuan bahasa dan motivasi belajar setelah menggunakan aplikasi. Pola distribusi yang relatif serupa pada keempat variabel penelitian memperkuat temuan bahwa aplikasi Duolingo mampu mengintegrasikan fitur yang menarik, tingkat kenyamanan penggunaan yang baik, serta hasil pembelajaran yang dirasakan efektif oleh pengguna[17]. Distribusi jumlah responden pada masing-masing kluster beserta penamaan kluster disajikan pada Tabel V.

**Tabel V. Distribusi Jumlah Data dan Penamaan Kluster**  
Sumber: Data primer diolah peneliti (2025)

| Kluster | Jumlah Responden (n) | Persentase (%) | Label Kluster                                  |
|---------|----------------------|----------------|------------------------------------------------|
| 0       | 40                   | 38.46          | Pengguna Sangat Puas dan Efektif               |
| 1       | 22                   | 21.15          | Pengguna Puas Moderat dengan Persepsi Campuran |

|              |            |               |                                             |
|--------------|------------|---------------|---------------------------------------------|
| 2            | 36         | 34.62         | Pengguna Menghargai Gamifikasi & Usabilitas |
| 3            | 6          | 5.77          | Pengguna Tidak Puas Secara Umum             |
| <b>Total</b> | <b>104</b> | <b>100.00</b> |                                             |

Hasil klasterisasi K-Means mengidentifikasi empat segmen pengguna Duolingo yang berbeda berdasarkan persepsi mereka terhadap gamifikasi, kenyamanan, usabilitas, dan efektivitas pembelajaran[17]. Temuan ini memberikan wawasan penting mengenai bagaimana elemen-elemen desain dan pengalaman pengguna memengaruhi persepsi efektivitas sebuah sistem informasi pembelajaran bahasa:

**Signifikansi Gamifikasi dan Kenyamanan:** Adanya Klaster 0 dengan skor tinggi di semua dimensi menegaskan bahwa gamifikasi yang kuat dan aplikasi yang nyaman/mudah digunakan secara sinergis menciptakan pengalaman pengguna yang sangat positif dan berkorelasi dengan persepsi efektivitas pembelajaran yang tinggi.

**Variasi Preferensi:** Klaster 2 menunjukkan bahwa tidak semua pengguna memiliki preferensi yang sama. Sebagian besar pengguna mungkin terstimulasi oleh gamifikasi dan usabilitas, bahkan jika aspek kenyamanan/tampilan kurang optimal. Ini menyoroti pentingnya fitur inti bagi beberapa segmen pengguna.

**Tantangan dan Area Perbaikan:** Klaster 3 mengidentifikasi kelompok pengguna yang kurang puas dan merasakan efektivitas pembelajaran yang lebih rendah. Klaster 3, khususnya, merupakan kelompok yang sangat tidak puas dan membutuhkan perhatian serius. Pemahaman mendalam tentang alasan di balik ketidakpuasan kelompok-kelompok ini dapat memandu upaya perbaikan aplikasi.

**Implikasi terhadap Efektivitas Pembelajaran:** Secara keseluruhan, terlihat korelasi positif antara skor gamifikasi, kenyamanan, dan usabilitas dengan skor efektivitas pembelajaran. Pengguna yang merasa aplikasi menyenangkan, nyaman, dan mudah digunakan cenderung merasa bahwa kemampuan bahasa mereka meningkat. Ini menggarisbawahi bahwa aspek non-konten (seperti desain UX/UI dan fitur motivasi) memainkan peran krusial dalam keberhasilan sebuah platform pembelajaran bahasa.

Analisis ini menyediakan landasan untuk strategi pengembangan produk yang lebih bertarget, memungkinkan pengembang Duolingo untuk menyesuaikan fitur atau kampanye pemasaran agar lebih efektif menjangkau dan mempertahankan berbagai segmen pengguna[4],[6],[17].

#### D. Implikasi Penelitian

Hasil penelitian ini memberikan implikasi praktis bagi pengembang aplikasi pembelajaran bahasa, khususnya Duolingo, untuk:

##### 1. Perancangan yang Diferensiasi dan Personalisasi

Temuan bahwa pengguna terbagi ke dalam empat profil yang berbeda menunjukkan bahwa pendekatan "satu untuk semua" (*one-size-fits-all*) tidak efektif. Pengembang perlu mengadopsi strategi desain yang memungkinkan personalisasi pengalaman. Misalnya, aplikasi dapat menawarkan *onboarding* atau *learning path* yang berbeda. Pengguna dari Klaster 2 (Pengguna Menghargai Gamifikasi & Usabilitas) dapat langsung diarahkan ke fitur gamifikasi yang lebih kaya, sementara pengguna yang dideteksi mirip Klaster 2 atau 3 dapat diberi panduan yang lebih mendetail dan bertahap untuk meningkatkan kenyamanan mereka sejak awal.

##### 2. Fokus pada Peningkatan Kenyamanan (*Comfortability*) sebagai Prioritas

Kenyamanan terbukti sebagai variabel kritis yang membedakan kelompok pengguna puas dan tidak puas. Oleh karena itu, pengembang harus secara khusus menganalisis dan memperbaiki aspek-aspek yang memengaruhi kenyamanan, seperti:

- Navigasi dan Kebebalan Kognitif (*Cognitive Load*): Memastikan alur penggunaan intuitif dan tidak membingungkan.
- Estetika dan *User Interface* (UI): Desain antarmuka yang visually pleasing dan tidak

menimbulkan kelelahan mata.

- c. Kontrol dan Kebebasan Pengguna: Memberikan opsi kepada pengguna untuk mengatur kecepatan belajar, tingkat kesulitan, atau tampilan aplikasi sesuai preferensi mereka.

### 3. Strategi Intervensi Berbasis Klaster untuk Retensi Pengguna

Pengembang dapat menggunakan profil klaster untuk merancang strategi intervensi yang ditargetkan guna meningkatkan retensi dan kepuasan:

- a. Untuk Klaster 0 (Sangat Puas): Libatkan mereka sebagai *beta tester* atau sumber *testimonial*. Berikan akses ke fitur eksperimental untuk menjaga keterlibatan mereka.
- b. Untuk Klaster 1 (Puas Moderat): Identifikasi variabel mana yang paling dapat ditingkatkan (misalnya, melalui *in-app survey*), lalu berikan konten atau tips yang relevan untuk meningkatkan pengalaman mereka di aspek tersebut.
- c. Untuk Klaster 2 (Menghargai Gamifikasi tapi Kurang Nyaman): Kuatkan elemen gamifikasi yang sudah mereka sukai, tetapi selipkan mekanisme untuk secara bertahap meningkatkan kenyamanan, misalnya dengan memperkenalkan fitur personalisasi atau penyesuaian tingkat tantangan.
- d. Untuk Klaster 3 (Tidak Puas): Ini adalah kelompok yang berisiko tinggi untuk *churn*. Diperlukan pendekatan proaktif, seperti mengirimkan survei kepuasan khusus, menawarkan sesi bantuan langsung (*customer support*), atau menyediakan *tutorial* interaktif yang sangat terpandu untuk mengatasi kesulitan mereka.

### 4. Pengembangan *Feedback Loop* dan *Analytics* yang Cerdas

Penelitian ini menekankan pentingnya data dalam memahami pengguna. Pengembang perlu mengintegrasikan sistem analitik yang tidak hanya melacak *engagement* (seperti skor atau level), tetapi juga mampu mengukur persepsi kualitatif seperti kenyamanan dan persepsi efektivitas. Dengan menerapkan model klasifikasi sederhana berdasarkan temuan ini, aplikasi kedepannya dapat secara otomatis mengkategorikan pengguna baru ke dalam profil yang mendekati dan menyesuaikan pengalaman awal (*onboarding experience*) mereka, sehingga berpotensi meningkatkan retensi sejak dini.

Secara keseluruhan, implikasi utama bagi pengembang adalah perlunya pergeseran dari filosofi desain yang seragam menuju pendekatan yang adaptif dan responsif terhadap perbedaan psikografis pengguna. Dengan memprioritaskan peningkatan kenyamanan dan menerapkan strategi yang dipersonalisasi untuk setiap segmen, pengembang dapat mengubah pengguna yang pasif atau tidak puas menjadi pengguna yang terlibat dan setia.

## E. Ringkasan Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis K-Means Clustering dengan jumlah klaster  $K = 4$ , penelitian ini mengidentifikasi empat segmen pengguna aplikasi Duolingo berdasarkan nilai rata-rata skor gamifikasi, kenyamanan, usabilitas, dan efektivitas pembelajaran. Penentuan jumlah klaster diperkuat oleh nilai Silhouette Score sebesar 0,50, yang menunjukkan bahwa struktur klaster memiliki tingkat pemisahan dan kekompakan yang cukup baik untuk analisis segmentasi pengguna.

Klaster 0, yang dikategorikan sebagai *Pengguna Sangat Puas dan Efektif*, merupakan kelompok terbesar dengan 40 responden. Klaster ini menunjukkan nilai rata-rata tertinggi pada seluruh variabel, yaitu skor gamifikasi sebesar 4,72, kenyamanan 4,88, usabilitas 4,57, dan efektivitas pembelajaran 4,69. Hasil ini mengindikasikan bahwa pengguna dalam klaster ini merasakan pengalaman belajar yang sangat positif, baik dari sisi fitur, kenyamanan aplikasi, maupun dampaknya terhadap peningkatan kemampuan bahasa.

Klaster 2, dengan 36 responden, diklasifikasikan sebagai *Pengguna Menghargai Gamifikasi dan Usabilitas*. Kelompok ini menunjukkan skor gamifikasi yang relatif tinggi (4,14) dan usabilitas yang baik (3,85), namun memiliki skor kenyamanan (3,83) dan efektivitas pembelajaran (3,79) yang lebih rendah dibandingkan Klaster 0. Temuan ini menunjukkan bahwa bagi sebagian pengguna, kekuatan fitur gamifikasi dan kemudahan penggunaan dapat tetap memberikan pengalaman belajar yang cukup efektif meskipun aspek kenyamanan belum optimal.

Klaster 1, yang terdiri dari 22 responden, merepresentasikan *Pengguna Puas Moderat dengan Persepsi Campuran*. Klaster ini memiliki nilai rata-rata pada tingkat menengah, dengan skor gamifikasi 2,98,



kenyamanan 3,39, usabilitas 3,35, dan efektivitas pembelajaran 3,15. Pola ini mencerminkan bahwa pengguna dalam klaster ini menilai aplikasi Duolingo cukup memadai, namun tidak menunjukkan kepuasan yang tinggi pada seluruh aspek.

Sementara itu, Klaster 3 merupakan kelompok terkecil dengan 6 responden dan dikategorikan sebagai *Pengguna Tidak Puas Secara Umum*. Klaster ini ditandai oleh skor terendah pada semua variabel, yaitu gamifikasi 1,90, kenyamanan 1,58, usabilitas 1,88, dan efektivitas pembelajaran 1,61, yang menunjukkan pengalaman pengguna yang negatif secara menyeluruh.

Secara keseluruhan, hasil ini mengungkap adanya heterogenitas persepsi pengguna, dengan kenyamanan aplikasi berperan sebagai faktor pembeda utama dalam pembentukan klaster ekstrem. Oleh karena itu, peningkatan pengalaman pengguna perlu difokuskan pada aspek kenyamanan, khususnya bagi Klaster 1 dan Klaster 3, sembari mempertahankan keunggulan sistem pada aspek gamifikasi dan usabilitas yang telah dinilai positif oleh sebagian besar pengguna.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai efektivitas sistem informasi pembelajaran bahasa berbasis gamifikasi pada aplikasi Duolingo dengan menggunakan metode *K-Means Clustering*, dapat disimpulkan bahwa fitur gamifikasi dan kenyamanan aplikasi memiliki peran penting dalam mendukung proses pembelajaran bahasa.

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa mayoritas pengguna memberikan penilaian positif terhadap fitur gamifikasi Duolingo, seperti *streak*, *poin*, *badge*, dan *leaderboard*. Fitur-fitur tersebut terbukti mampu meningkatkan motivasi, kedisiplinan, serta konsistensi pengguna dalam belajar bahasa. Selain itu, kenyamanan aplikasi yang ditandai dengan kemudahan penggunaan, tampilan antarmuka yang jelas, dan navigasi yang intuitif turut mendukung pengalaman belajar yang lebih efektif.

Penerapan metode K-Means Clustering berhasil mengelompokkan pengguna ke dalam empat cluster dengan karakteristik yang berbeda. Setiap cluster menunjukkan pola persepsi yang beragam terhadap gamifikasi dan kenyamanan aplikasi, mulai dari pengguna yang sangat termotivasi oleh elemen permainan hingga pengguna yang lebih berfokus pada kenyamanan dan kualitas materi pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa pengguna aplikasi pembelajaran bahasa memiliki kebutuhan dan preferensi yang berbeda-beda. K-Means memberikan wawasan tambahan dalam memahami segmentasi pengguna, sehingga hasil

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi antara gamifikasi dan kenyamanan aplikasi dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran bahasa pada Duolingo. Penggunaan metode penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar bagi pengembangan dan optimalisasi fitur aplikasi pembelajaran bahasa di masa mendatang.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Salsabila, N. Nafilah, F. Patangga, S. Zulfa, and N. Listyaningsih, "Literature review: Efektivitas penggunaan aplikasi Duolingo terhadap motivasi belajar bahasa Inggris," *Jurnal*, no. 4, 2024.
- [2] I. N. Laili, "Implementasi aplikasi Duolingo dalam meningkatkan minat belajar bahasa Inggris," 2025. [Online]. Available: <http://urj.uin-malang.ac.id/index.php/mij/index>
- [3] M. Muttaqin and H. Zuhdi, "The use of gamification-based Duolingo application in increasing student motivation reviewed from self-determination theory," *Journal of Islamic Education Studies*, vol. 10, no. 1, 2025. [Online]. Available: <http://ejournal.uniramalang.ac.id/index.php/alwijdan>
- [4] H. L. Odjan, A. N. Weking, and B. Deta, "Evaluasi user experience pada aplikasi Duolingo untuk pembelajaran bahasa Inggris menggunakan metode SUS (System Usability Scale)," *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, vol. 4, no. 3, pp. 2569–2573, Aug. 2025, doi: 10.31004/riggs.v4i3.2342.

- [5] N. Hendrastuty, "Penerapan data mining menggunakan algoritma K-Means clustering dalam evaluasi hasil pembelajaran siswa," *Jurnal Ilmiah Informatika dan Ilmu Komputer (JIMA-ILKOM)*, vol. 3, no. 1, pp. 46–56, Mar. 2024, doi: 10.58602/jima-ilkom.v3i1.26.
- [6] M. Chen and T. W. Hoe, "K-Means clustering: A tool for English language teaching innovations," *Forum for Linguistic Studies*, vol. 7, no. 2, pp. 988–998, Feb. 2025, doi: 10.30564/fls.v7i2.8379.
- [7] S. S. Hadinata and M. R. Hidayat, "Analisis elemen gamifikasi dalam aplikasi Duolingo menggunakan metode kuantitatif," 2024. [Online]. Available: <https://journaledutech.com/index.php/grea>
- [8] A. D. Lestari, W. Safitri, I. A. Nurcholis, and S. Jaya, "Penerapan metode pembelajaran inovatif berbasis teknologi pada mata pelajaran bahasa Inggris menggunakan aplikasi Duolingo," 2024. [Online]. Available: <https://ejournals.com/ojs/index.php/jpi385>
- [9] C. R. Valentinna, E. M. Kurnianti, and U. Hasanah, "Media belajar gamifikasi terhadap peningkatan motivasi belajar siswa sekolah dasar," *Jurnal Basicedu*, vol. 8, no. 3, 2024, doi: 10.31004/basicedu.v8i3.7476.
- [10] R. Kurniawan and E. Buriyanti, "Students' perception in using Duolingo application in speaking activities at junior high school," 2024. [Online]. Available: [www.ijhsed.com](http://www.ijhsed.com)
- [11] D. S. Prapbowati, "Pembelajaran autonomous learning dengan Duolingo dalam memupuk minat dan kemandirian belajar siswa," *Jurnal Cerdik: Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, vol. 1, no. 2, pp. 56–65, Jun. 2022, doi: 10.21776/ub.jcerdik.2022.001.02.05.
- [12] N. Mulyani and T. Andayani, "The effectiveness of Duolingo application on vocabulary mastery in English language learning," *International Journal of Education and Literature*, vol. 4, no. 2, 2025, doi: 10.55606/ijel.v4i2.249.
- [13] M. A. Marinda, "English teaching and learning practices," *JETLING (Journal of English Teaching and Learning)*, vol. 4, 2023.
- [14] D. Astuti and B. Patria, "Implementasi algoritma K-Means clustering untuk segmentasi pelanggan," *Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi*. [Online]. Available: <http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>
- [15] S. M. Abila and I. A. Nurcholis, "Evaluating Duolingo's approach to language learning: Benefits and drawbacks," 2025.
- [16] V. H. Pranatawijaya, W. Widiatry, R. Priskila, and P. B. A. A. Putra, "Penerapan skala Likert dan skala dikotomi pada kuesioner online," *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. 5, no. 2, pp. 128–137, Dec. 2019, doi: 10.34128/jsi.v5i2.185.
- [17] E. Nurfajrina, A. C. Virgifiani, D. S. Aulia, and M. H. Dirmansyah, "Analisis pengaruh gamifikasi dan kenyamanan aplikasi Duolingo terhadap efektivitas pembelajaran bahasa menggunakan metode K-Means clustering," *Google Colab Notebook*, 2025. [Online]. Available: <https://colab.research.google.com/drive/1J3a-mOAsanETYbtFbsH7LxtQiNsAjfIX>