

**PENGEMBANGAN MODEL SISTEM REKOMENDASI  
DENGAN MENINGTEGRASIKAN SASREC,LARGE  
LANGUAGE MODEL, DAN INVERSE PROPENSITY  
SCORING  
SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana  
Program Studi Informatika



disusun oleh  
**REKI ASSIDDIQI**  
**22.11.4809**

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2026**

**PENGEMBANGAN MODEL SISTEM REKOMENDASI  
DENGAN MENINGTEGRASIKAN SASREC,LARGE  
LANGUAGE MODEL, DAN INVERSE PROPENSITY  
SCORING  
SKRIPSI**

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana  
Program Studi Informatika



disusun oleh  
**REKI ASSIDDIQI**  
**22.11.4809**

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN MODEL SISTEM REKOMENDASI  
DENGAN MENINGTEGRASIKAN SASREC, LARGE  
LANGUAGE MODEL, DAN INVERSE PROPENSITY  
SCORING**

yang disusun dan diajukan oleh

**Reki Assiddiqi**

**22.11.4809**

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi  
pada tanggal 19 Februari 2026

Dosen Pembimbing,



**Dr. Hartatik, S.T., M.Cs.**  
**NIK. 190302232**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN MODEL SISTEM REKOMENDASI  
DENGAN MENINTEGRASIKAN SASREC, LARGE  
LANGUAGE MODEL, DAN INVERSE PROPENSITY  
SCORING**

yang disusun dan diajukan oleh

**Reki Assiddiqi**

**22.11.4809**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 19 Februari 2026

**Susunan Dewan Penguji**

**Nama Penguji**

**Tanda Tangan**

**Subektiningsih, S.Kom., M.Kom.**  
**NIK. 190302413**

**Rifda Faticha Alfa Aziza, S.Kom., M.Kom.**  
**NIK. 190302392**

**Dr. Hartatik, S.T., M.Cs.**  
**NIK. 190302232**



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer  
Tanggal 19 Februari 2026

**DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER**



**Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.**  
**NIK. 190302106**



## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Reki Assiddiqi  
NIM : 22.11.4809

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

### **PENGEMBANGAN MODEL SISTEM REKOMENDASI DENGAN MENGINTEGRASIKAN SASREC, LARGE LANGUAGE MODEL, DAN INVERSE PROPENSITY SCORING**

Dosen Pembimbing : Dr. Hartatik, S.T., M.Cs

1. Karya tulis ini adalah benar-benar **ASLI** dan **BELUM PERNAH** diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di **Universitas AMIKOM Yogyakarta** maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian **SAYA** sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab **SAYA**, bukan tanggung jawab **Universitas AMIKOM Yogyakarta**.
5. Pernyataan ini **SAYA** buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka **SAYA** bersedia menerima **SANKSI AKADEMIK** dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 19 Februari 2026

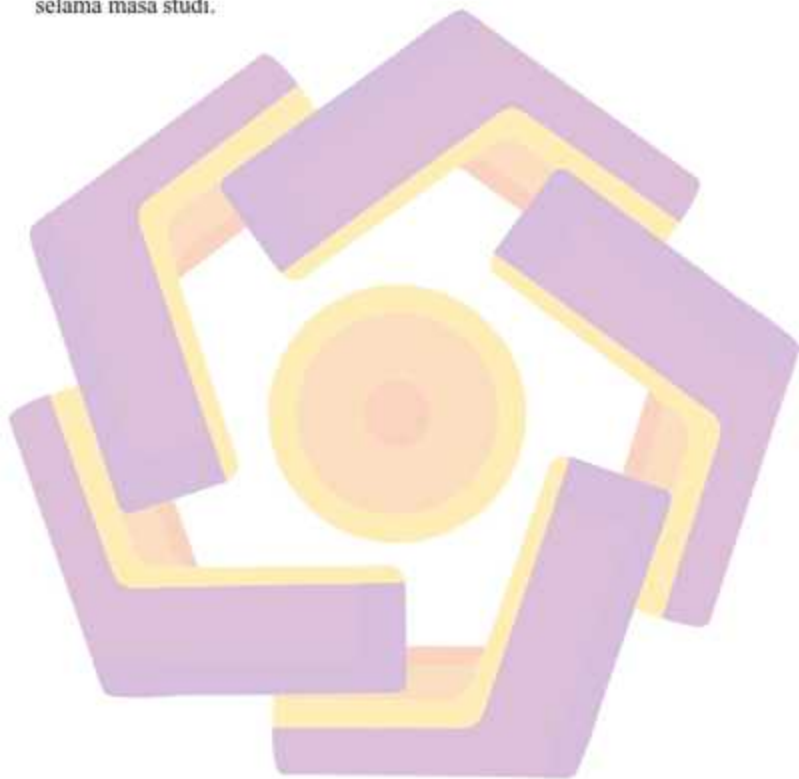
Yang Menyatakan,



Reki Assiddiqi

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Skripsi ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta atas do'a dan dukungan yang tiada henti. Skripsi ini juga dipersembahkan kepada dosen pembimbing dan dosen penguji serta semua pihak yang telah membantu penulis selama masa studi.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PENGEMBANGAN SISTEM REKOMENDASI END-TO-END DENGAN INTEGRASI SASREC, LARGE LANGUAGE MODEL, DAN INVERSE PROPENSITY SCORING” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Universitas Amikom Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Kusriani, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta yang telah memberikan dukungan akademik selama masa studi.
2. Eli Pujastuti, M.Kom, selaku ketua program studi Informatika yang telah memberikan arahan, motivasi, serta dukungan selama masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini.
3. Dr. Hartatik, S.T., M.Cs, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, masukan, dan motivasi yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini dengan penuh kesabaran dan dedikasi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang sistem rekomendasi.

Yogyakarta, 04 Februari 2026

Penulis

|                                                  |             |
|--------------------------------------------------|-------------|
| <b>DAFTAR ISI</b>                                |             |
| <b>SKRIPSI</b> .....                             | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....                 | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                  | <b>iii</b>  |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> ..... | <b>iv</b>   |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....                 | <b>v</b>    |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                      | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                          | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                        | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                       | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN</b> .....        | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR ISTILAH</b> .....                      | <b>xiv</b>  |
| <b>INTISARI</b> .....                            | <b>xv</b>   |
| <b>ABSTRACT</b> .....                            | <b>xvi</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                   | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                         | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                        | 2           |
| 1.3 Batasan Masalah .....                        | 3           |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                      | 3           |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                     | 4           |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....                  | 4           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....             | <b>7</b>    |
| 2.1 Studi Literatur .....                        | 7           |



|                |                                                                   |           |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2            | Dasar Teori.....                                                  | 14        |
| 2.2.1          | Sistem Rekomendasi.....                                           | 14        |
| 2.2.2          | Pendekatan Dalam Sistem Rekomendasi.....                          | 15        |
| 2.2.3          | Collaborative Filtering Berbasis Model.....                       | 16        |
| 2.2.4          | Sequential Recommendation.....                                    | 16        |
| 2.2.5          | Self-Attention Sequential Recommendation (SASRec).....            | 17        |
| 2.2.6          | Integrasi Representasi dalam Sistem Rekomendasi End to End.....   | 19        |
| 2.2.7          | Large Language Model dalam Pembentukan Representasi Semantik..... | 20        |
| 2.2.8          | Bias dalam Sistem Rekomendasi.....                                | 21        |
| 2.2.9          | Inverse Propensity Scoring (IPS).....                             | 21        |
| 2.2.10         | Metrik Evaluasi Sistem Rekomendasi.....                           | 22        |
| <b>BAB III</b> | <b>METODE PENELITIAN.....</b>                                     | <b>29</b> |
| 3.1            | Alur Penelitian.....                                              | 29        |
| 3.1.1          | Persiapan Data.....                                               | 30        |
| 3.1.2          | Pra-pemrosesan Data.....                                          | 30        |
| 3.1.3          | Skenario Pengujian.....                                           | 31        |
| 3.1.4          | End-to-End Sequential Recommendation dengan Embedding Fusion..... | 33        |
| 3.1.5          | Evaluasi Kinerja.....                                             | 38        |
| 3.1.6          | Analisis dan Pembahasan.....                                      | 40        |
| 3.2            | Alat dan Bahan.....                                               | 40        |
| 3.2.1          | Data Penelitian.....                                              | 40        |

|                                          |                                                          |           |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.2                                    | Alat dan Instrumen .....                                 | 41        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b> |                                                          | <b>43</b> |
| 4.1                                      | Persiapan Data .....                                     | 43        |
| 4.2                                      | Pra-Pemrosesan Data .....                                | 44        |
| 4.2.1                                    | Rating Filtering (Implicit Feedback) .....               | 44        |
| 4.2.2                                    | User dan Item Filtering .....                            | 44        |
| 4.2.3                                    | Re-indexing User dan Item ID .....                       | 45        |
| 4.2.4                                    | Sequential Split (Leave-One-Out) .....                   | 45        |
| 4.2.5                                    | Perhitungan Bobot Inverse Propensity Scoring (IPS) ..... | 46        |
| 4.3                                      | Implementasi Model End-to-End .....                      | 47        |
| 4.3.1                                    | Implementasi Sequential Modeling (SASRec) .....          | 47        |
| 4.3.2                                    | Representasi Semantik Item (LLM/BERT) .....              | 47        |
| 4.3.3                                    | Embedding Fusion (Gated Fusion) .....                    | 48        |
| 4.3.4                                    | Scoring & Prediction .....                               | 49        |
| 4.3.5                                    | IPS-Weighted Loss .....                                  | 49        |
| 4.4                                      | Skenario Pengujian .....                                 | 50        |
| 4.4.1                                    | Skenario 1: SASRec Only (Baseline) .....                 | 50        |
| 4.4.2                                    | Skenario 2: SASRec dan LLM .....                         | 50        |
| 4.4.3                                    | Skenario 3: SASRec, LLM, dan IPS (Full Model) .....      | 51        |
| 4.5                                      | Evaluasi Kinerja .....                                   | 51        |
| 4.5.1                                    | Hasil Evaluasi Skenario 1: SASRec Only (Baseline) .....  | 51        |
| 4.5.2                                    | Hasil Evaluasi Skenario 2: SASRec dan LLM .....          | 52        |

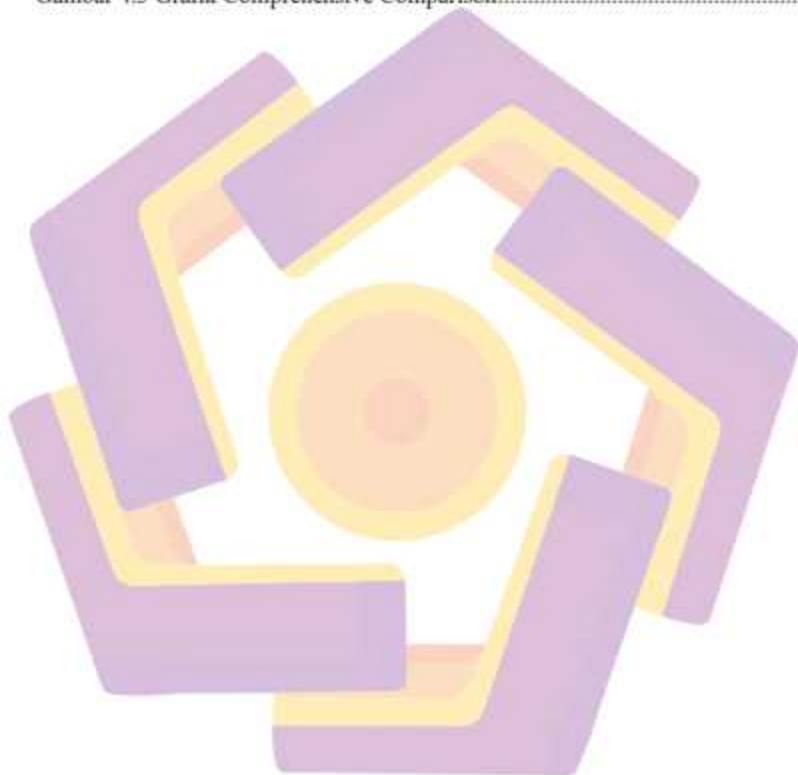
|                           |                                                                                         |           |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.5.3                     | Hasil Evaluasi Skenario 3: SASRec, LLM, dan IPS.....                                    | 52        |
| 4.5.4                     | Perbandingan Antar Skenario.....                                                        | 53        |
| 4.5.5                     | Evaluasi Fairness Metrics .....                                                         | 54        |
| 4.6                       | Analisis Dan Pembahasan.....                                                            | 54        |
| 4.6.1                     | Kinerja Model SASRec dalam Menangkap Pola Urutan Interaksi Pengguna .....               | 54        |
| 4.6.2                     | Pengaruh Integrasi Large Language Model (LLM) melalui End-to-End Embedding Fusion ..... | 55        |
| 4.6.3                     | Penerapan Inverse Propensity Scoring (IPS) untuk Mitigasi Bias .....                    | 56        |
| 4.7                       | Ringkasan Hasil Utama Model .....                                                       | 57        |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b> |                                                                                         | <b>59</b> |
| 5.1                       | Kesimpulan .....                                                                        | 59        |
| 5.2                       | Saran .....                                                                             | 61        |
| <b>REFERENSI.....</b>     |                                                                                         | <b>63</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Keaslian Penelitian .....                   | 9  |
| Tabel 2.2 Matrik Evaluasi .....                       | 26 |
| Tabel 3.1 Platform Komputasi .....                    | 41 |
| Tabel 3.2 Software dan Runtime Environment .....      | 41 |
| Tabel 3.3 Framework dan Library .....                 | 41 |
| Tabel 3.4 Model .....                                 | 42 |
| Tabel 4.1 Statistik Dataset .....                     | 43 |
| Tabel 4.2 Tampilan Dataset .....                      | 43 |
| Tabel 4.3 Hasil Rating Filtering .....                | 44 |
| Tabel 4.4 Hasil User dan Item Filtering .....         | 45 |
| Tabel 4.5 Hasil Re-indexing .....                     | 45 |
| Tabel 4.6 Sequential Split (Leave-One-Out) .....      | 46 |
| Tabel 4.7 Distribusi Bobot IPS .....                  | 46 |
| Tabel 4.8 Kategori Item Berdasarkan Bobot IPS .....   | 46 |
| Tabel 4.9 Konfigurasi Model SASRec .....              | 47 |
| Tabel 4.10 Konfigurasi BERT Encoder .....             | 48 |
| Tabel 4.11 Konfigurasi Gated Fusion .....             | 48 |
| Tabel 4.12 Konfigurasi Scoring .....                  | 49 |
| Tabel 4.13 Konfigurasi Training .....                 | 49 |
| Tabel 4.14 Konfigurasi Skenario Pengujian .....       | 50 |
| Tabel 4.15 Hasil Evaluasi SASRec Baseline .....       | 51 |
| Tabel 4.16 Hasil Evaluasi SASRec dan LLM .....        | 52 |
| Tabel 4.17 Hasil Evaluasi SASRec , LLM, dan IPS ..... | 53 |
| Tabel 4.18 Perbandingan Performa .....                | 53 |
| Tabel 4.19 Fairness Metrics .....                     | 54 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Arsitektur SASRec .....               | 18 |
| Gambar 3.1 Alur Penelitian .....                 | 29 |
| Gambar 4.1 Grafik Improvement .....              | 55 |
| Gambar 4.2 Grafik Statistical Analysis .....     | 56 |
| Gambar 4.3 Grafik Comprehensive Comparison ..... | 57 |





## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN



|               |                                                           |
|---------------|-----------------------------------------------------------|
| $\alpha$      | Alpha (parameter smoothing).                              |
| $\Sigma$      | Operator penjumlahan.                                     |
| $\geq$        | Lebih besar atau sama dengan.                             |
| $\leq$        | Lebih kecil atau sama dengan.                             |
| $\rightarrow$ | Pemetaan atau transformasi.                               |
| $\in$         | Elemen dari.                                              |
| $\downarrow$  | Nilai semakin rendah menunjukkan kinerja yang lebih baik. |
| $\uparrow$    | Nilai semakin tinggi menunjukkan kinerja yang lebih baik. |
| AUC           | Area Under the Curve.                                     |
| BERT          | Bidirectional Encoder Representations from Transformers.  |
| CLS           | Classification Token.                                     |
| CUDA          | Compute Unified Device Architecture.                      |
| GPU           | Graphics Processing Unit.                                 |
| HR            | Hit Rate.                                                 |
| IPS           | Inverse Propensity Scoring.                               |
| LLM           | Large Language Model.                                     |
| NDCG          | Normalized Discounted Cumulative Gain.                    |
| RNN           | Recurrent Neural Network.                                 |
| SASRec        | Self-Attentive Sequential Recommendation.                 |
| SEP           | Separator Token.                                          |
| UAUC          | User-level Area Under the Curve.                          |

## DAFTAR ISTILAH



|                                              |                                                          |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Bias Popularitas                             | Dominasi item populer dalam rekomendasi.                 |
| Cold-Start Problem                           | Kurangnya data pada pengguna atau item baru.             |
| Data Sparsity                                | Minimnya interaksi pengguna-item dalam <i>dataset</i> .  |
| Embedding                                    | Representasi numerik laten pengguna atau item.           |
| End-to-End Learning                          | Optimasi sistem rekomendasi secara terpadu.              |
| Fairness                                     | Prinsip keadilan dalam distribusi rekomendasi.           |
| Gated Fusion                                 | Penggabungan embedding dengan mekanisme gate adaptif.    |
| Implicit Feedback                            | Preferensi pengguna yang diperoleh dari perilaku.        |
| Inverse Propensity Scoring (IPS)             | Metode pembobotan untuk mengurangi bias eksposur.        |
| Large Language Model (LLM)                   | Model bahasa berskala besar untuk representasi semantik. |
| Self-Attention                               | Mekanisme perhatian untuk pemodelan sekuens.             |
| Sequential Recommendation                    | Rekomendasi berbasis urutan interaksi pengguna.          |
| Normalized Discounted Cumulative Gain (NDCG) | Metrik kualitas urutan rekomendasi.                      |
| Hit Rate (HR)                                | Metrik keberhasilan rekomendasi item relevan.            |

## INTISARI

Sistem rekomendasi tradisional menghadapi tiga permasalahan utama: ketidakmampuan menangkap dinamika preferensi pengguna yang bersifat temporal, keterbatasan dalam memahami konteks semantik item, dan adanya bias popularitas serta bias eksposur yang menyebabkan item populer terus mendominasi rekomendasi sementara item berpotensi relevan lainnya kurang terekspos. Hal ini berdampak pada menurunnya keberagaman rekomendasi dan terbentuknya pengalaman pengguna yang homogen.

Penelitian ini mengembangkan sistem rekomendasi end-to-end yang mengintegrasikan Self-Attentive Sequential Recommendation (SASRec) untuk memodelkan urutan interaksi pengguna, Large Language Model (BERT) melalui pendekatan End-to-End Embedding Fusion untuk representasi semantik item, dan Inverse Propensity Scoring (IPS) sebagai mekanisme mitigasi bias.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa SASRec mencapai  $HR@10$  sebesar 84,56% namun mengalami bias popularitas signifikan dengan item coverage hanya 47,66%. Integrasi LLM meningkatkan  $HR@10$  menjadi 85,29% (0,86%) dan  $NDCG@10$  menjadi 0,7198 (0,56%). Penerapan IPS menghasilkan peningkatan fairness yang signifikan: item coverage naik 30,07% menjadi 61,99%, long-tail exposure naik 44,50% menjadi 28,51%, dan Gini Index turun 4,90% menjadi 0,8605, dengan trade-off akurasi minimal ( $HR@10$  turun 1,54% menjadi 83,98%). Penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan sistem rekomendasi yang tidak hanya akurat tetapi juga adil dan beragam, dengan manfaat praktis bagi platform digital seperti e-commerce, layanan streaming, dan media sosial.

**Kata kunci:** sistem rekomendasi, *sequential recommendation*, large language model, inverse propensity scoring, mitigasi bias

## ABSTRACT

Traditional recommendation systems face three major challenges: inability to capture temporal dynamics of user preferences, limitations in understanding semantic context of items, and the presence of popularity bias and exposure bias. These issues cause popular items to continuously dominate recommendations while other potentially relevant items receive insufficient exposure, resulting in decreased recommendation diversity and homogeneous user experiences that are suboptimal.

This research develops an end-to-end recommendation system that integrates Self-Attentive Sequential Recommendation (SASRec) to model user interaction sequences, Large Language Model (BERT) through End-to-End Embedding Fusion approach to generate semantic item representations, and Inverse Propensity Scoring (IPS) as a bias mitigation mechanism.

Research results demonstrate that SASRec achieves  $HR@10$  of 84.56% but experiences significant popularity bias with item coverage of only 47.66%. LLM integration improves  $HR@10$  to 85.29% and  $NDCG@10$  to 0.7198. IPS implementation yields significant fairness improvements with item coverage increasing by 30.07% to 61.99%, long-tail exposure rising by 44.50%, and Gini Index decreasing by 4.90%, with minimal accuracy trade-off ( $HR@10$  decreases by 1.54% to 83.98%). This research contributes to developing recommendation systems that are not only accurate but also fair and diverse, with practical benefits for digital platforms such as e-commerce, streaming services, and social media in enhancing recommendation relevance and user experience.

**Keywords:** recommendation system, sequential recommendation, large language model, inverse propensity scoring, bias mitigation