

**PERSONALISASI PEMILIHAN GAYA KALIGRAFI MENGGUNAAN  
SISTEM REKOMENDASI BERBASIS *COLLABORATIVE*  
*FILTERING* PADA PLATFORM *SERIOUS GAME***

**TESIS**

**Oleh:  
ALFINA NURRAHMA 'N  
NIM. 240605210009**



**PROGRAM STUDI MAGISTER INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2025**

**PERSONALISASI PEMILIHAN GAYA KALIGRAFI MENGGUNAAN SISTEM  
REKOMENDASI BERBASIS *COLLABORATIVE FILTERING*  
PADA PLATFORM *SERIOUS GAME***

**TESIS**

**Diajukan kepada:  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Magister Komputer (M.Kom)**

**Oleh:  
ALFINA NURRAHMA ‘N  
NIM. 240605210009**

**PROGRAM STUDI MAGISTER INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2025**

**PERSONALISASI PEMILIHAN GAYA KALIGRAFI MENGGUNAAN SISTEM  
REKOMENDASI BERBASIS COLLABORATIVE FILTERING  
PADA PLATFORM SERIOUS GAME**

**TESIS**

**Oleh:**  
**ALFINA NURRAHMA 'N**  
**NIM. 240605210009**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:  
Tanggal: 6 November 2025

Pembimbing I,



Dr. Ir. Fresy Nugroho, S.T., M.T., I.P.M., ASEAN Eng  
NIP. 19710722 201101 1 001

Pembimbing II,



Dr. Ir. Yunifa Miftachul Arif, S.ST., M.T  
NIP. 19830616 201101 1 004

Mengetahui,

Ketua Program Studi Magister Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Prof. Dr. I. Muhammad Faisal, S. Kom., M.T.  
NIP. 19740510 200501 1 007

**PERSONALISASI PEMILIHAN GAYA KALIGRAFI MENGGUNAAN SISTEM  
REKOMENDASI BERBASIS COLLABORATIVE FILTERING  
PADA PLATFORM SERIOUS GAME**

**TESIS**

**Oleh:**  
**ALFINA NURRAHMA 'N**  
**NIM. 240605210009**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Tesis  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Magister Komputer (M.Kom)  
Tanggal: 6 November 2025

**Susunan Dewan Penguji**

Penguji I	: <u>Dr. M. Ainul Yaqin, M.Kom</u> NIP. 19761013 200604 1 004
Penguji II	: <u>Dr. M. Imamudin Lc, MA</u> NIP. 19740602 200901 1 010
Pembimbing I	: <u>Dr. Ir. Fresy Nugroho, S.T., M.T., I.P.M.,</u> <u>ASEAN Eng</u> NIP. 19710722 201101 1 001
Pembimbing II	: <u>Dr. Ir. Yunifa Miftachul Arif, S.ST., M.T</u> NIP. 19830616 201101 1 004

()  
()  
()  
()

Mengetahui dan Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Magister Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Prof. Dr. H. Muhammad Faisal, S. Kom., M.T.  
NIP. 19740510 200501 1 007

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ALFINA NURRAHMA 'N  
NIM : 240605210009  
Fakultas / Prodi : Sains dan Teknologi / Magister Informatika  
Judul Tesis : PERSONALISASI PEMILIHAN GAYA KALIGRAFI  
MENGGUNAKAN SISTEM REKOMENDASI BERBASIS  
*COLLABORATIVE FILTERING* PADA PLATFORM *SERIOUS*  
*GAME*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Tesis ini merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 6 November 2025  
Yang membuat pernyataan,



ALFINA NURRAHMA 'N  
NIM. 240605210009

## MOTTO

*“Our goal is not to go fast, but to finish and win”*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Syukur atas kehadiran Allah *Subhanahu wa ta'ala*, karena berkat rahmat dan petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan cepat. Shalawat serta salam kepada Rasulullah Shallallahu 'alaihi wasallam, yang telah membawa kita dari zaman *jahiliyah* menuju *addinul Islam*.

Saya persembahkan karya ini kepada:

Ali Rosidi dan Naning Sundiar

Untuk Bapak dan Ibu tercinta,  
yang selalu menanyakan kabar saya, memberi semangat, dan menjadi sumber kekuatan.  
Meski jarak memisahkan, doa dan kasih sayang Bapak Ibu selalu sampai dan menguatkan setiap langkah saya.

Hasna Ainurrahma 'N.

Untuk adikku,  
yang mungkin jarang menanyakan kabar karena sibuk berjuang dan belajar menjadi pribadi yang hebat. Terima kasih sudah menjadi inspirasi dalam diam.

Tim Penelitian serta pihak yang membantu penelitian

Terima kasih atas ilmu, pengalaman, dan kesempatannya serta dukungan yang selalu diberikan. Sehingga saya bisa menyelesaikan karya ini.

Teman-teman seperjuangan,

Seruluh Mahasiswa Teknik Informatika khususnya untuk Angkatan 2020, serta seluruh angkatan 10 Magister Informatika yang sudah menginspirasi saya untuk terus melangkah sampai akhir.

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Puji syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah Swt yang telah melimpahkan nikmat serta karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan Tesis yang berjudul “Personalisasi Pemilihan Gaya Kaligrafi menggunakan Sistem Rekomendasi Berbasis *Collaborative Filtering* pada Platform *Serious Game*” dengan baik dan tepat waktu.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari banyak pihak yang terlibat baik dalam proses membimbing penulisan dan juga memberikan semangat dan dukungan moril atau materiil. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, M.Si., CAHRM., CRMP., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Agus Mulyono, M.Kes., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Ir. Muhammad Faisal, S. Kom., M.T, selaku Ketua Program Studi Magister Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Ir. Fresy Nugroho, S.T., M.T., I.P.M., ASEAN Eng, selaku dosen pembimbing I dan Dr. Ir. Yunifa Miftachul Arif, S.ST., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bantuan dan arahan kepada penulis pada thesis ini.
5. Dr. M. Ainul Yaqin, M.Kom selaku dosen penguji I dan Dr. M. Imamudin Lc, MA selaku dosen penguji II yang telah menguji serta memberikan masukan sehingga penulis dapat menuntaskan thesis dengan baik.
6. Segenap Dosen, Bu Citra selaku Admin, Laboran dan Mahasiswa Program Studi Magister Informatika yang telah memberikan banyak saran dan semangat untuk



menyelesaikan skripsi ini.

7. Kedua orang tua, Bapak Ali dan Ibu Naning serta adik Hasna yang telah memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan thesis ini.
8. Bu Ambar Maysaroh. Terima ksasih karena telah menjadi mentor saya dalam dunia kaligrafi sehingga bisa thesis ini selesai dengan baik.
9. Salma, *my twinski*. Terima kasih atas setiap masukan dan dorongan semangat yang membantu saya menyelesaikan tesis ini dengan lebih cepat.
10. Saudara-saudara Nilawarsa, Akmal, Tegar, Zidan, dan Rafi. Terima kasih telah mewarnai hari-hari saya melalui berbagai kegiatan produksi game, kompetisi di Yogyakarta dan Bandung, hingga perjalanan dalam IGDY dan IPNIESIA.
11. Untuk Cortis, terima kasih sudah menemani saya selama proses pengerjaan tesis ini. Karya-karyamu menjadi sumber inspirasi dan semangat bagi saya. Kalian adalah anak-anak muda yang luar biasa dan penuh talenta.

Akhir kata, penulis mengakui bahwa penulisan pada thesis ini masih banyak kekurangan. Saya berharap semoga thesis ini diterima sebagai amal ibadah yang tulus dan bermanfaat di sisi Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*.

*Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Malang, 30 Oktober 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGAJUAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....</b>	<b>v</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>المخلص .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Pernyataan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	7
2.2 <i>Serious Game</i> .....	11
2.3 Kaligrafi .....	13
2.4 <i>Collaborative Filtering</i> .....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Kerangka konsep.....	19
3.2 Desain Penelitian.....	20
3.2.1 Pengumpulan Data .....	21
3.2.2 Desain Sistem.....	28
3.2.2.1 Dataset.....	29
3.2.2.2 Rancangan Sistem Rekomendasi .....	30
3.2.3 Implementasi Sistem .....	32
3.2.3.1 Pengumpulan Input Data .....	33
3.2.3.2 Perhitungan <i>Collaborative Filtering</i> .....	34
3.2.3.3 Transfer Unity .....	39
3.2.3.4 <i>Database</i> Unity.....	39
3.2.3.5 Desain Antarmuka .....	40
3.2.4 Evaluasi.....	41
3.2.5 Eksperimen .....	43
3.3 Instrumen Penelitian.....	45
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>47</b>
4.1 Implementasi Sistem .....	47
4.2 Hasil Pengujian .....	50
4.2.1 Hasil Eksperimen Skenario A .....	50
4.2.2 Hasil Eksperimen Skenario B .....	57
4.2.3 Pengujian <i>Usability</i> .....	63
4.3 Analisis Hasil .....	65

4.4 Integrasi Perspektif Al-Qur'an .....	68
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>73</b>
5.1 Kesimpulan .....	73
5.2 Saran.....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu .....	9
Tabel 3.1 Data mentah .....	33
Tabel 3. 2 User- <i>Item</i> Rating Matrix .....	34
Tabel 3.3 Rata-rata <i>rating</i> .....	35
Tabel 3.4 Normalisasi Rating .....	35
Tabel 3.5 Hasil Rekomendasi user B .....	39
Tabel 3.6 Tabel <i>GUESS</i> -18.....	42
Tabel 3.7 Skenario Eksperimen .....	43
Tabel 4.1 Hasil eksperimen skenario A .....	51
Tabel 4.2 Kemiripan U5 terhadap masing-masing pengguna.....	52
Tabel 4.3 Prediksi nilai U5 untuk khat yang belum dicoba .....	55
Tabel 4.4 Data nilai terakhir skenario A2.....	56
Tabel 4.5 Prediksi nilai U5 untuk skenario A2 .....	56
Tabel 4.6 Data nilai terakhir skenario B .....	58
Tabel 4.7 Perhitungan kemiripan U11 terhadap pemain lain.....	59
Tabel 4.8 Hasil Prediksi Skor untuk U11 .....	59
Tabel 4.9 Perhitungan kemiripan U11 percobaan kedua .....	61
Tabel 4.10 Hasil Prediksi Skor untuk U11 percobaan kedua.....	61
Tabel 4.11 Demografi responden.....	63
Tabel 4.12 Evaluasi <i>GUESS</i> -18 .....	64
Tabel 4.13 Tabel rekapitulasi rekomendasi .....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Kerangka konsep.....	19
Gambar 3.2 Desain penelitian.....	20
Gambar 3.3 Khat Naskhi.....	23
Gambar 3.4 Khat Tsulus .....	24
Gambar 3.5 Khat Diwani .....	24
Gambar 3.6 Khat Diwani Jali.....	25
Gambar 3.7 Khat Farisi.....	25
Gambar 3.8 Khat Riq'ah.....	26
Gambar 3.9 Khat Kufi.....	26
Gambar 3.10 Desain sistem .....	29
Gambar 3.11 FSM permainan kaligrafi .....	31
Gambar 3. 12 Main menu .....	40
Gambar 3. 13 Drawing scene.....	41
Gambar 3. 14 Recommendation Panel.....	41
Gambar 4.1 Prediksi skenario A1 .....	55
Gambar 4.2 Prediksi skenario A2 .....	57
Gambar 4.3 Hasil ilustrasi pemain U11 .....	58
Gambar 4.4 Prediksi skenario U11 percobaan pertama .....	60
Gambar 4.5 Hasil ilustrasi pemain U11 percobaan kedua .....	61
Gambar 4.6 Prediksi skenario U11 percobaan kedua .....	62

## ABSTRAK

N, Alfina Nurrahma. 2025. *Penggunaan Collaborative Filtering untuk Personalisasi Pemilihan Gaya Kaligrafi pada Platform Serious Game*. Tesis. Jurusan Magister Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Ir. Fresy Nugroho, S.T., M.T., I.P.M., ASEAN Eng. (II) Dr. Ir. Yunifa Miftachul Arif, S.ST., M.T

**Kata kunci:** *Collaborative Filtering, Kaligrafi, Rekomendasi, Permainan Serious, Usability.*

Penelitian ini mengembangkan game “Try Calligraphy” dengan menerapkan metode *User-Based Collaborative Filtering* (UBCF) untuk membangun sistem rekomendasi gaya khat kaligrafi Arab berbasis performa pemain. Proses pengembangan sistem meliputi pengumpulan dan normalisasi skor pemain, perhitungan tingkat kemiripan antar pemain berdasarkan nilai pada khat yang sama, serta prediksi skor untuk khat yang belum pernah dicoba menggunakan pembobotan *similarity*. Hasil prediksi tersebut digunakan untuk menghasilkan tiga rekomendasi gaya khat dengan nilai tertinggi bagi setiap pemain. Pengujian pada dua skenario menunjukkan bahwa UBCF mampu bekerja secara adaptif terhadap penambahan data. Pada Skenario A dan B, penambahan jumlah pemain dan variasi skor menghasilkan perhitungan kemiripan yang lebih stabil dan prediksi yang lebih representatif. Dari 28 percobaan rekomendasi yang dianalisis, diperoleh 32% *direct match*, yaitu ketika pemain memilih tepat salah satu khat yang direkomendasikan, dan 46% *visual match*, yaitu ketika pemain memilih khat yang tidak direkomendasikan secara eksplisit tetapi memiliki kemiripan bentuk dengan rekomendasi. Sebanyak 21% percobaan tidak menunjukkan kecocokan, mengindikasikan perlunya integrasi aspek kesamaan visual dalam model. Evaluasi *usability* menggunakan instrumen GUESS-18 dengan 10 responden menunjukkan nilai rata-rata di atas 4,0 pada seluruh konstruk. Skor tertinggi terdapat pada *Personal Gratification* (6.95), *Visual Aesthetics* (6.82), dan *Creative Freedom* (6.73), menandakan pengalaman bermain yang memuaskan, estetika visual yang baik, serta ruang kreativitas yang luas. Sementara itu, skor rendah pada konstruk *Narratives* (2.55) dan *Social Connectivity* (4.23) mengindikasikan perlunya penguatan unsur cerita dan interaksi sosial dalam game. Temuan ini menegaskan bahwa sistem rekomendasi pada “Try Calligraphy” relevan, adaptif, dan mampu mendukung personalisasi pembelajaran kaligrafi Arab secara digital.

## ABSTRACT

N, Alfina Nurrahma. 2025. **Using Collaborative Filtering to Personalize Calligraphy Style Selection on Serious Game Platforms**. Thesis. Master Program of Computer Science, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor: (I) Dr. Ir. Fresy Nugroho, S.T., M.T., I.P.M., ASEAN Eng. (II) Dr. Ir. Yunifa Miftachul Arif, S.ST., M.T.

This study developed the ‘Try Calligraphy’ game by applying the User-Based Collaborative Filtering (UBCF) method to build an Arabic calligraphy style recommendation system based on player performance. The system development process included collecting and normalising player scores, calculating the similarity level between players based on the values of the same calligraphy style, and predicting scores for styles that had never been tried using similarity weighting. The prediction results are used to generate three recommendations for the highest-scoring styles for each player. Testing in two scenarios shows that UBCF is able to work adaptively with the addition of data. In Scenarios A and B, the addition of players and score variations resulted in more stable similarity calculations and more representative predictions. From the 28 recommendation trials analysed, 32% were direct matches, where the player chose one of the recommended khats, and 46% were visual matches, where the player chose a khat that was not explicitly recommended but was similar in form to the recommendations. A total of 21% of trials showed no match, indicating the need to integrate visual similarity aspects into the model. Usability evaluation using the GUESS-18 instrument with 10 respondents showed an average score above 4.0 across all constructs. The highest scores were in Personal Gratification (6.95), Visual Aesthetics (6.82), and Creative Freedom (6.73) indicates a satisfying gaming experience, good visual aesthetics, and ample room for creativity. Meanwhile, low scores on the Narratives (2.55) and Social Connectivity (4.23) constructs indicate a need to strengthen the story and social interaction elements in the game. These findings confirm that the recommendation system in ‘Try Calligraphy’ is relevant, adaptive, and capable of supporting the personalisation of digital Arabic calligraphy learning.

**Keywords:** *Calligraphy, Collaborative Filtering, Recommendations, Serious Game, Usability.*

## الملخص

ن، ألفينا نور رحمة. 2025. استخدام التصفية التعاونية لتخصيص اختيار أسلوب الخط على منصة الألعاب الجادة. رسالة الماجستير. قسم المعلومات، كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: د. فريسي نوغروهو، الماجستير؛ د. يونيفا مفتاح العارف، الماجستير.

**الكلمات الرئيسية:** تصفية تعاونية، خط عربي، توصية، ألعاب جادة، سهولة استخدام.

هذه الدراسة لعبة "جرب الخط" بالاعتماد على منهج الترشيح التعاوني المعتمد على المستخدم (UBCF) لبناء نظام توصية لأنماط الخط العربي قائم على أداء اللاعبين. شمل تطوير النظام جمع درجات اللاعبين وتطبيعها، وحساب مستوى التشابه بين اللاعبين استناداً إلى القيم الخاصة بالخطوط نفسها، إضافةً إلى التنبؤ بالدرجات لأنماط الخط التي لم يجربها اللاعب اعتماداً على أوزان التشابه. وتُستخدم نتائج التنبؤ لإنتاج ثلاثة أنماط خط موصى بها ذات أعلى درجات لكل لاعب. وتُظهر نتائج الاختبار في سيناريوهين أن خوارزمية UBCF تعمل بصورة تكيفية مع زيادة البيانات؛ ففي السيناريوهين (A) و (B) أدى توسع عدد اللاعبين وتنوع الدرجات إلى حسابات تشابه أكثر استقراراً وتنبؤات أكثر تمثيلاً. ومن خلال تحليل 28 تجربة توصية، تبين أن 32% منها تمثل تطابقاً مباشراً، حيث يختار اللاعب أحد الخطوط الموصى بها فعلياً، بينما شكّلت 46% تطابقاً بصرياً، إذ يختار اللاعب خطأً غير مذكور ضمن التوصيات ولكنه قريب بصرياً من الأنماط الموصى بها. أما 21% من التجارب فلم تُظهر أي تطابق، مما يشير إلى الحاجة لدمج عامل التشابه البصري بين الخطوط ضمن نموذج التوصية. كما أظهر تقييم قابلية الاستخدام عبر استبيان 18-GUESS الذي شارك فيه 10 مستجيبين متوسطاً يفوق 4.0 في جميع المحاور. وجاءت أعلى الدرجات في الإشباع الشخصي (6.95) والجماليات البصرية (6.82) وحرية الإبداع (6.73)، مما يعكس تجربة لعب مُرضية وتصميماً بصرياً جيداً ومساحة واسعة للإبداع. في المقابل حصل محورا السرد القصصي (2.55) والتواصل الاجتماعي (4.23) على أدنى الدرجات، مما يدل على الحاجة إلى تعزيز عناصر القصة والتفاعل الاجتماعي في اللعبة. وتؤكد هذه النتائج أن نظام التوصية في "جرب الخط" نظام فعال وتكفي، وقادر على دعم تخصيص تعلم الخط العربي رقمياً.



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Ekonomi dunia telah didorong oleh pesatnya pertumbuhan sektor teknologi informasi dan komunikasi dalam beberapa dekade terakhir. Salah satu sektor yang mengalami perkembangan signifikan adalah industri permainan (*game*). Dengan meningkatnya akses internet dan perangkat komputasi, *game* telah menjadi salah satu bentuk hiburan global yang paling populer. Industri *game* telah mengalami perkembangan yang sangat pesat dan transformatif hingga tahun 2024. Berdasarkan data riset pasar, pertumbuhan industri *game* global menunjukkan tren yang sangat positif dengan proyeksi pendapatan mencapai US\$522.46 miliar pada tahun 2025. Perkembangan teknologi seperti *cloud gaming*, *realitas virtual* (VR), dan *augmented reality* (AR) telah mengubah cara orang bermain *game* secara fundamental. Pasar *game mobile* terus mendominasi, terutama di kawasan Asia, sementara model bisnis berbasis langganan (*subscription*) semakin populer di Amerika Utara dan Eropa. Jumlah pemain *game* di seluruh dunia terus meningkat dengan tingkat penetrasi pengguna mencapai 34.4%, yang diperkirakan akan terus tumbuh menjadi 37.5% pada tahun 2029 (Games - Worldwide, 2025).

Seiring dengan berkembangnya industri *game*, konsep *serious game* mulai menarik perhatian sebagai media edukasi yang efektif. *Serious game* menggabungkan unsur hiburan dengan elemen pembelajaran sebagai wawasan dan keterampilan baru dalam lingkungan interaktif. Salah satu bidang yang dapat

diintegrasikan dengan *serious game* adalah seni kaligrafi. Allah SWT menurunkan kitab-Nya yang penuh dengan hikmah itu sebagai hidayah dan penerang jalan kebahagiaan dan keselamatan bagi manusia di dunia dan di akhirat, Salah satu bentuk keindahan dari kitab tersebut adalah keindahan lafaz dan maknanya yang diabadikan dalam tulisan kaligrafi. Keindahan dalam Islam bukan sekadar estetika visual, tetapi juga mencerminkan kedalaman spiritual dan nilai-nilai luhur yang terkandung di dalamnya.

Ayat Al-Qur'an sering kali menjadi objek utama sebagai bentuk ekspresi estetika dalam seni tulisan dunia kaligrafi Islam dan juga sebagai bentuk penghormatan terhadap firman Allah yang mulia. Al-Quran mengajak manusia kepada jalan yang benar sebagai mukjizat abadi serta petunjuk jalan kebenaran. Posisinya terhormat sebagai sumber hukum, pedoman moral, dan bimbingan ibadah bagi peradaban dunia. Sebagai sumber ajaran utama, Al-Quran tidak hanya memberikan pemahaman dalam hal *tasyriyah* namun juga pada aspek ilmu pengetahuan, perekonomian, hingga kemajuan seni budaya melalui gaya sastra, bangunan, serta seni visual seperti kaligrafi dan ornamen islam. Pewahyuan ini menginspirasi salah satunya pada bidang kaligrafi Arab.

Seni kaligrafi, khususnya dalam konteks tulisan Arab, merupakan warisan budaya yang memiliki nilai estetika tinggi serta memerlukan teknik yang presisi. Namun, tidak semua individu memiliki kesempatan untuk belajar kaligrafi secara langsung dari guru atau melalui metode konvensional. Seni kaligrafi Islam boleh dibilang memiliki lingkup tidak terbatas, variasi serta aplikasi pemakaiannya bisa dituangkan ke media seni tulis apapun (Tabbaa, 1991). Oleh karena itu, pendekatan

berbasis teknologi dalam pembelajaran kaligrafi menjadi solusi inovatif dalam mempermudah akses dan meningkatkan efektivitas pembelajaran. Dalam ranah digital, pengembangan sistem rekomendasi telah menjadi salah satu cara untuk meningkatkan pengalaman pengguna.

Pengembangan *serious game* kaligrafi memiliki nilai-nilai yang terkandung dalam Surat Al-‘Asr ayat 1–3 memberikan landasan filosofis dan spiritual yang kuat.

وَالْعَصْرِ ﴿١﴾ إِنَّ الْإِنْسَانَ لَفِي خُسْرٍ ﴿٢﴾ إِلَّا الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ وَتَوَّصَوْا بِالْحَقِّ وَتَوَّصَوْا  
بِالصَّبْرِ ﴿٣﴾

"Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar berada dalam kerugian, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan saling menasihati untuk kebenaran dan kesabaran." (QS. Al-‘Asr: 1-3).

Ayat ini menekankan pentingnya waktu, keimanan, amal saleh, serta sikap saling menasihati dalam kebenaran dan kesabaran. Unsur-unsur yang dapat diinternalisasi dalam proses belajar yang tekun dan bernilai ibadah (*Tafsir Ibnu Katsir QS-103 Al-‘Ashr*, n.d.). Nilai-nilai ini sejalan dengan proses belajar kaligrafi sebagai bagian dari seni Islam yang membutuhkan ketekunan, disiplin langkah, dan sikap sabar dalam memperbaiki kualitas tulisan dari waktu ke waktu.

Dalam konteks *serious game* kaligrafi, pengelolaan waktu menjadi bagian penting dalam mengukur kedisiplinan pemain, baik dalam menyelesaikan tugas menulis huruf atau ayat secara estetik maupun dalam menjalani proses belajar yang bertahap. Pemain dituntut untuk memanfaatkan waktu latihan secara optimal; keterlambatan dapat menurunkan skor akhir sebagai cerminan pentingnya manajemen waktu sebagaimana ditekankan pada ayat pertama Surah Al-‘Asr.

Selain ketepatan waktu, estetika tulisan, seperti kerapihan garis, konsistensi gaya khat, dan ketepatan proporsi. Sehingga menjadi indicator amal saleh dalam bentuk usaha maksimal menghasilkan karya yang indah dan bermakna.

Dengan demikian, belajar kaligrafi melalui game bukan hanya aktivitas teknis, tetapi juga implementasi nyata nilai Islami, yaitu kesabaran dalam belajar, ketekunan menjalani tahapan proses, dan komitmen menghasilkan karya terbaik sebagai amal baik yang sejalan dengan makna Surah Al-‘Asr.

Personalisasi dalam *game* mampu meningkatkan partisipasi pengguna dan hasil pembelajaran dengan cara menyesuaikan pengalaman bermain sesuai dengan kebutuhan serta preferensi tiap individu (B. Bontchev et al., 2020). Dalam konteks permainan edukatif, penerapan personalisasi dapat memperkuat keterlibatan pemain serta efektivitas pembelajaran, karena materi yang diberikan disesuaikan dengan karakter dan preferensi pengguna (Denden et al., 2018). Penyesuaian konten dan alur permainan berdasarkan profil pengguna juga berkontribusi positif terhadap peningkatan motivasi dan pencapaian hasil belajar (B. P. Bontchev et al., 2020).

Pengembangan sistem perlu diawali dengan pengumpulan data. Tujuannya adalah mendapatkan ide preferensi pengguna dengan melakukan dua cara pengumpulan yaitu implisit dan eksplisit. Pengumpulan data implisit dilakukan dengan perekaman hasil permainan, sedangkan eksplisit mengharuskan mengisi *rating* pada *item*. Sistem rekomendasi berbasis *Collaborative Filtering (CF)* dimanfaatkan untuk personalisasi pembelajaran dengan menyarankan jenis khat dan gaya kaligrafi berdasarkan fitur-fitur dari konten yang sebelumnya disukai atau dipilih oleh pengguna lain. Pendekatan ini dapat membantu pemain memilih jenis

khat yang sesuai dengan hasil permainan pengguna dalam konteks *serious game* kaligrafi.

Penerapan metode ini pada sistem diharapkan membangun profil preferensi setiap pemain berdasarkan interaksi mereka sendiri terhadap berbagai elemen kaligrafi. Hal ini memungkinkan rekomendasi yang lebih relevan dan sesuai dengan gaya yang telah terbukti menarik minat pemain, sehingga pengalaman belajar menjadi lebih terarah dan menyenangkan. Penerapan teknologi ini menunjukkan potensi besar dalam mengoptimalkan pengalaman bermain, sekaligus mendukung pelestarian dan pembelajaran seni kaligrafi secara digital melalui pendekatan berbasis personalisasi dalam *serious game*.

## **1.2 Pernyataan Masalah**

Bagaimana menghasilkan sistem rekomendasi jenis khat kaligrafi pada game “Try Calligraphy” menggunakan *Collaborative Filtering* berbasis performa pemain?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Mengetahui bagaimana menghasilkan model rekomendasi jenis khat kaligrafi pada game “Try Calligraphy” menggunakan *Collaborative Filtering* berbasis performa pemain.

## **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang diberikan pada penelitian ini sebagai berikut.

- a. *Game* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *game* menggambar sederhana dan berbasis desktop.

- b. Data yang digunakan adalah dataset yang berasal dari inputan pemain saat bermain *game*.
- c. Data yang digunakan sebagai media gambar adalah lima jenis khat kaligrafi yaitu, Naskhi, Tsulus, Diwani, Farisi, dan Riq'ah dengan lafaz “Muhammad”.
- d. Inputan utama untuk sistem rekomendasi adalah dari hiasan, kerapian, dan waktu dalam membuat sebuah kaligrafi.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dimasa depan, yaitu:

- a. Bagi pemain, penelitian ini diharapkan dapat membantu untuk lebih cepat memahami dinamika permainan serta melatih kaligrafi.
- b. Bagi penelitian selanjutnya, penelitian ini diharapkan dapat membantu penelitian serupa di masa depan menyumbangkan metodologi dan hasil dapat digunakan sebagai referensi.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Rekomendasi merupakan salah satu bentuk peningkatan pengalaman pengguna yang relevan dan kontekstual. Hal ini dilakukan dengan cara melakukan tahap dengan berbasis metode yang dalam hal ini dimasukkan pada *game* yang telah dibuat. Rekomendasi pada *serious game* umumnya diterapkan pada beberapa aspek seperti alur skenario permainan, karakter, lingkungan, serta strategi. *Serious game* mengadopsi pendekatan ini untuk meningkatkan keterlibatan pengguna serta memberikan pengalaman yang personal. Pengembangan sistem rekomendasi pada *serious game* sebelumnya sudah dikembangkan oleh Arif (2021). Penelitian ini menunjukkan skenario permainan yang akan didapatkan *player* melalui permainan edukasi pariwisata kota Batu. Penelitian ini kemudian dikembangkan lebih lanjut sehingga dapat mempertimbangan lebih banyak faktor, seperti lokasi, *rating*, serta pengalaman sebelumnya untuk wisata halal (Arif et al., 2022).

Sistem rekomendasi juga dapat menggunakan deep learning juga dapat untuk pemilihan tim pada permainan *multiplayer*. Dallmann (2021) menyatakan bahwa model *sequential item recommendation* dapat digunakan dalam *game* Dota 2 untuk memberikan rekomendasi *item* berdasarkan pola permainan pemain. Model memanfaatkan data historis pemain sebagai inputan untuk memprediksi *item* yang paling sesuai dalam situasi permainan terjadi. Sementara itu, data Dota 2 diolah menggunakan kombinasi *Recurrent Neural Networks (RNN)* atau *Long Short-Term Memory (LSTM)* untuk menangkap pola urutan dan dependensi waktu dalam

pertandingan(H. Lee et al., 2022), serta menggunakan *Random Forest* untuk klasifikasi berdasarkan fitur dari data pertandingan(S. K. Lee et al., 2020). Kemudian, Chen (2023) mengembangkan sebuah model bernama *MOBARec-GCNFP* berbasis *Graph Convolution Network* yang digunakan dalam permainan *MOBA*. Pada bagian pemrosesan teks, data dari *League of Legends* juga diproses menggunakan teknik *Word2Vec* (*CBOW* dan *Skip-gram*) untuk memahami hubungan semantik antara elemen-elemen dalam *game*, seperti chat dalam *game* atau atribut karakter(Shen et al., 2022). Untuk mengatasi masalah pemain yang kesulitan memilih *item* dalam sistem *In-App Purchase* (IAP) serta kekhawatiran akan keamanan aset digital, penelitian ini mengusulkan sistem rekomendasi multi-kriteria (MCRS) yang dikombinasikan dengan teknologi *Non-Fungible Token* (NFT) untuk meningkatkan akurasi rekomendasi dan keamanan aset digital pemain(Pradana et al., 2022). Kemudian penelitian oleh Zang & Luo (2022) menggunakan *User-Based Collaborative Filtering* berbasis pengguna yang disempurnakan dengan profil pemain untuk merekomendasikan *deck Clash Royale* yang efektif.

Rekomendasi dalam *serious game* tidak hanya terbatas pada pemilihan karakter atau *item*, tetapi juga mencakup strategi permainan. Hong (2020) mengembangkan sistem rekomendasi *champion* dalam *game League of Legends* yang mempertimbangkan berbagai faktor seperti sinergi tim dan gaya bermain pemain. Model ini membantu pemain dalam memilih *champion* yang optimal berdasarkan data historis permainan. Lebih lanjut, Zhang et al. (2020) mengusulkan model rekomendasi *line up* dalam *game Dota 2* yang didasarkan pada pendekatan



*Bidirectional LSTM*. Dengan menggunakan model ini, sistem dapat memprediksi kombinasi *line up* terbaik yang memberikan keuntungan strategis dalam pertandingan. Model ini menunjukkan bahwa penggunaan *deep learning* dalam sistem rekomendasi dapat meningkatkan kualitas keputusan pemain dalam permainan berbasis strategi. Metode *CF* dapat digunakan untuk merekomendasikan konten, level, atau fitur yang sesuai dengan preferensi dan perilaku pemain secara individual dalam *game*. *Collaborative Filtering* dapat digunakan untuk merekomendasikan fitur atau mekanik permainan yang mungkin disukai oleh pemain berdasarkan preferensi dan pola interaksi pemain lain yang serupa (Viljanen et al., 2020).

Di luar domain permainan, penelitian dalam bidang sistem rekomendasi juga berkembang pesat, seperti yang dilakukan oleh Hartatik (2021), yang mengembangkan sistem rekomendasi kuliner di Yogyakarta menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering*. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Khusna (2021) mengembangkan sistem rekomendasi produk Gadget dengan menggunakan metode *User-Based Collaborative Filtering*. Penelitian lain dilakukan oleh Oktavika (2023) yang merancang sistem rekomendasi wisata di Bandar Lampung menggunakan algoritma *Collaborative Filtering*. Sistem ini dikembangkan untuk mengatasi kesulitan masyarakat dan wisatawan dalam menemukan destinasi wisata yang sesuai di Provinsi Lampung.

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

No	Referensi	Subjek	Rekomendasi	CF	Hasil
1	Arif (2021)	Game edukasi pariwisata Kota Batu	Skenario permainan	Tidak	Memberikan skenario edukatif yang disesuaikan dengan preferensi pengguna

No	Referensi	Subjek	Rekomendasi	CF	Hasil
2	Arif et al. (2022)	Wisata halal	Skenario wisata berdasarkan lokasi, <i>rating</i> , pengalaman	Tidak	Menambahkan variabel lokasi dan <i>rating</i> untuk personalisasi wisata
3	Dallmann (2021)	<i>Dota 2</i>	<i>Item</i> dalam <i>gameplay</i>	Tidak	Rekomendasi <i>item</i> berdasarkan pola historis permainan
4	H. Lee et al. (2022)	<i>Dota 2</i>	<i>Item</i> dalam <i>gameplay</i>	Tidak	Model <i>RNN/LSTM</i> digunakan untuk memahami urutan dan waktu dalam permainan
5	S. K. Lee et al. (2020)	<i>Dota 2</i>	<i>Item</i> dalam <i>gameplay</i>	Tidak	<i>Random Forest</i> digunakan untuk klasifikasi berbasis fitur pertandingan
6	Chen (2023)	<i>MOBA</i>	<i>Item &amp; strategi (MOBAREC-GCNFP)</i>	Tidak	<i>Graph Convolution Network</i> dan <i>Word2Vec</i> untuk pemrosesan teks dalam permainan
7	Pradana et al. (2022)	<i>In-App Purchase (IAP)</i>	<i>Multi-criteria recommendation system (MCRS) + NFT</i>	Tidak	Meningkatkan akurasi dan keamanan aset digital dengan integrasi <i>NFT</i>
8	Zang & Luo (2022)	<i>Clash Royale</i>	Rekomendasi dek	Ya ( <i>User-Based CF</i> )	Menggunakan profil pemain untuk meningkatkan efektivitas rekomendasi dek
9	Hong (2020)	<i>League of Legends</i>	<i>Champion</i> berdasarkan sinergi tim dan gaya bermain	Tidak	Membantu pemilihan <i>champion</i> optimal secara strategis
10	Zhang et al. (2020)	<i>Dota 2</i>	<i>Line up</i> kombinasi terbaik	Tidak	<i>Bidirectional LSTM</i> digunakan untuk prediksi <i>line up</i> strategis
11	Viljanen (2020)	<i>MOBA</i>	Rekomendasi <i>game</i> untuk pemain baru dan <i>game baru (cold start)</i>	Ya ( <i>Content-Based CF</i> )	Model berbasis konten mengungguli <i>CF</i> dalam kondisi <i>cold start</i>

No	Referensi	Subjek	Rekomendasi	CF	Hasil
12	Hartatik (2021)	Kuliner Yogyakarta	Rekomendasi makanan	Ya ( <i>Item-Based CF</i> )	Menyediakan rekomendasi makanan lokal berdasarkan preferensi pengguna
13	Khusna (2021)	Produk Gadget	Rekomendasi produk	Ya ( <i>User-Based CF</i> )	Memberikan rekomendasi gadget personal berdasarkan profil pengguna
14	Oktavika (2023)	Wisata Bandar Lampung	Rekomendasi destinasi wisata	Ya ( <i>Collaborative Filtering</i> )	Membantu wisatawan memilih destinasi sesuai preferensi

Berdasarkan berbagai penelitian sebelumnya, penerapan sistem rekomendasi dalam serious game telah digunakan untuk berbagai aspek seperti pemilihan item, karakter, strategi permainan, serta destinasi wisata. Namun, belum terdapat penelitian yang secara khusus mengembangkan sistem rekomendasi untuk personalisasi pemilihan khat kaligrafi dalam serious game edukatif berbasis seni Islam. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan dalam bentuk pengembangan sistem rekomendasi konten khat kaligrafi, yang disesuaikan dengan preferensi dan karakteristik pemain, guna meningkatkan keterlibatan dan efektivitas pembelajaran melalui media game interaktif.

## 2.2 *Serious Game*

Di perkotaan, Perkembangan *game* dipahami sebagai disiplin teknis yang berbeda, menuntut pemahaman terhadap idiom, keterampilan spesifik, dan tantangan yang melekat di dalamnya (Millington & Funge, 2018). Menurut buku Jasper Juul Half-Real (2011), *game* adalah sistem berbasis aturan yang memiliki

hasil variabel dan terukur, di mana hasil yang berbeda diberi nilai yang berbeda, pemain berusaha untuk mempengaruhi hasil karena merasa terikat secara emosional dengan hasil, dan konsekuensinya dapat dinegosiasikan. Pemain adalah orang yang secara langsung ikut serta dalam permainan. Aturan yang ada pada permainan secara tidak langsung menciptakan tantangan bagi para pemain, sehingga mereka harus mengatasi hal tersebut untuk memengaruhi hasilnya. Video *game* adalah permainan elektronik dimana pemain mengontrol gambar yang ada pada layar video (*Video game Definition & Meaning*, 2023). Bermain video *game* berarti juga berinteraksi dengan aturan nyata yang sambil berimajinasi di dunia maya.

Salah satu genre permainan ini adalah permainan serius. Permainan serius adalah pembelajaran mental melalui komputer berdasarkan aturan tertentu, memanfaatkan hiburan untuk pelatihan (Misra et al., 2019), simulasi (Karadeniz et al., 2023), pembelajaran (Karthan et al., 2023) (Tan et al., 2023), simulasi dunia kesehatan (Sosa et al., 2022), simulasi kebijakan (Kurahashi, 2019), destinasi wisata (Arif et al., 2023), simulasi komunikasi (Marx & Bichlmeier, 2023), dan kesadaran bencana (Nugroho et al., 2019) (Nugroho, 2024). Permainan serius (*Serious game*) telah diterapkan di berbagai bidang untuk memperlancar proses belajar mengajar dan meningkatkan konsentrasi belajar (Rahimabad & Rezvani, 2021). Manfaat utama *serious game* antara lain memberikan motivasi belajar (Moradi & Noor, 2022), meningkatkan penalaran logis, dan meningkatkan sisi interaktif (Gonçalves et al., 2018).

Konsep bermain dalam Islam sejatinya tidak dipandang sebagai aktivitas sia-sia, tetapi justru sebagai sarana pengembangan kecerdasan dan kepekaan anak jika

diarahkan dengan baik. Dalam sebuah hadis yang diriwayatkan oleh Ath-Thabrani, disebutkan bahwa Rasulullah SAW. pernah merangkak sambil membiarkan cucunya, Al-Hasan dan Al-Husain, menaiki punggung beliau, seraya berkata:

*“Unta terbaik adalah dua unta ini, dan sebaik-baik beban (penumpang) adalah kalian berdua.”* (HR. Ath-Thabrani).

Hadis ini menunjukkan bahwa Rasulullah SAW. tidak hanya membolehkan, tetapi juga terlibat langsung dalam aktivitas bermain anak-anak sebagai bentuk kasih sayang dan pembelajaran yang menyenangkan. Pandangan ini diperkuat oleh pendapat Imam Al-Ghazali dalam *Ihya Ulumuddin*, bahwa anak-anak perlu diberikan waktu bermain setelah belajar agar tidak jenuh dan agar tumbuh keceriaan yang berdampak positif pada perkembangan akal (Irna, 2023). Dalam konteks ini, *serious game* dapat dilihat sebagai bentuk modern dari aktivitas bermain yang edukatif, yakni permainan yang tidak hanya menghibur tetapi juga mengajarkan nilai-nilai atau keterampilan tertentu.

### **2.3 Kaligrafi**

Kaligrafi adalah bagian penting dalam budaya dan seni Islam (Bagus Sanjaya, 2023). Keindahan dan kompleksitasnya terwujud secara fundamental melalui medium Bahasa Arab, yang merupakan bahasa keempat yang paling banyak digunakan di dunia. Seperti bahasa-bahasa lain, aksara Arab memiliki tata bahasa, ejaan, aturan tanda baca, pelafalan, bahasa gaul, dan idiom. Kaligrafi Arab (AK) merupakan salah satu seni paling penting di dunia. Aksara ini ditulis hanya dengan tangan. Seiring berjalannya waktu, dunia Muslim dan Arab mengembangkan banyak gaya kaligrafi lainnya. Karena bentuk teks Arab yang rumit, seseorang

harus memiliki tingkat keahlian tertentu untuk dapat menulis teks AK atau mengenali gaya tulisan(Kaoudja et al., 2021).

Pengaruh kebudayaan Arab yang ada di Indonesia mendorong adanya transformasi budaya islam yang secara signifikan. Proses ini menyerap budaya Timur Tengah ke dalam masyarakat di Indonesia dalam bentuk kebudayaan, tradisi, serta dalam bentuk seni. Dalam kehidupan kita dapat ditemukan banyak sekali seni yang secara turun temurun dilakukan dan terlihat seperti adanya kaligrafi Islam. Kaligrafi Islam menjadi salah satu seni yang berkembang pesat, terutama dalam dekorasi masjid dan mushaf Al-Qur'an. Arsitektur masjid di Indonesia juga banyak mengadopsi unsur Timur Tengah, seperti kubah besar, menara, serta ornamen geometris(Achmad & Jamaluddin, 2022).

Salah satu manifestasi keindahan Al-Qur'an terwujud melalui keindahan lafaz dan maknanya yang dituangkan dalam seni kaligrafi. Dalam perspektif Islam, keindahan tidak hanya dipahami sebagai tampilan visual semata, tetapi juga merefleksikan kedalaman spiritual serta nilai-nilai mulia yang terkandung di dalamnya. Sebagaimana sabda Nabi Muhammad SAW.:

إِنَّ اللَّهَ جَمِيلٌ يُحِبُّ الْجَمَالَ

*“Sesungguhnya Allah Maha indah dan mencintai keindahan”* (HR. Muslim dari Ibnu Mas'ud radhiyallahu'anhu)

Makna dari hadis tersebut menunjukkan bahwa keindahan Allah bersumber dari nama-nama-Nya yang agung (asmaul husna), serta kesempurnaan sifat dan dzat-Nya yang tak terjangkau oleh makhluk. Sementara itu, pernyataan bahwa

Allah mencintai keindahan mengisyaratkan bahwa Allah sangat menyukai hamba-Nya yang dengan tulus menjaga keindahan dalam berbagai aspek kehidupannya, seperti dalam ibadah, perilaku, ucapan, hati, amal, dan setiap langkah yang ditujukan kepada-Nya(Rasyida, 2023).

Kaligrafi Arab memiliki banyak gaya untuk potensi kegunaannya pada banyak aplikasi. Untuk memudahkan dalam identifikasinya, kaligrafi diperkenalkan dengan menggunakan teknik berbasis komputer sebagai *Arabic calligraphy style recognition (ACSR)* atau alat pengenalan gaya kaligrafi Arab. Penelitian ini penting karena dapat membantu dalam membaca konten teks, mengenali dan mendefinisikan bagian-bagian dokumen, memahami sejarahnya, menentukan asal-usul, serta menjadikan sebagai bimbingan pembelajaran(Kaoudja et al., 2021). Kemudian penelitian terbaru membantu untuk membuat proses mengidentifikasi gaya tulisan dalam karya dan mengenali huruf-huruf dalam tulisan Arab menggunakan metode *transfer learning*(Gürer & Gökbay, 2024). Penelitian ini bertujuan untuk menyampaikan sumber pengetahuan yang berkaitan dengan seni, situs bersejarah, dan peradaban Islam khususnya Islam-Turki bagi para penduduk lokal maupun wisatawan.

Personalisasi dapat dihubungkan dengan khat kaligrafi melalui konsep estetika dan ekspresi diri dalam seni kaligrafi Islam(Alpianti Manurung & Wiguna, 2023). Dasar teori yang menghubungkan personalisasi dengan khat kaligrafi adalah bahwa kaligrafi Arab dapat menjadi media untuk menyampaikan pesan-pesan keagamaan melalui bahasa yang indah dan mudah dipahami, serta dapat menciptakan kesan estetika dan spiritual bagi penikmatnya(Et al., 2021). Selain itu,

kaligrafi Arab dapat digunakan sebagai media untuk mengekspresikan individualitas dan kepribadian seseorang melalui gaya penulisan yang unik dan personal(Sugianto et al., 2022). Personalisasi dapat membantu dalam pembelajaran kaligrafi dengan menyesuaikan metode pengajaran dan materi berdasarkan kebutuhan dan kemampuan individu(Insani & Anam, 2023). Personalisasi dapat dihubungkan dengan khat kaligrafi melalui konsep intertekstualitas yang membantu memberikan konteks yang jelas untuk karya seni(Bakri & Abdullah, 2021). Sehingga nantinya dapat meningkatkan apresiasi terhadap seni kaligrafi melalui penerapan nilai-nilai pendidikan Islam seperti cinta Alquran, kerja keras, kesabaran, dan optimisme(Suharno & Mukhtarom, 2021).

#### **2.4 Collaborative Filtering**

Penggunaan algoritma rekomendasi *Collaborative Filtering*, yang banyak digunakan dalam sistem personalisasi, untuk memberikan rekomendasi yang dipersonalisasi kepada pengguna. Algoritma *Collaborative Filtering* bekerja dengan menganalisis preferensi dan perilaku pengguna untuk mengidentifikasi pengguna atau *item* yang serupa, lalu menggunakan informasi ini untuk membuat rekomendasi yang dipersonalisasi. Secara spesifik, referensi ini membahas algoritma *Collaborative Filtering* yang disempurnakan yang disebut *IC-Based CF* yang menggabungkan penyaringan kolaboratif berbasis *item* tradisional dengan model *cloud* untuk mengatasi tantangan kelangkaan data yang ekstrem. Hal ini memungkinkan algoritma rekomendasi untuk menghitung kesamaan antar *item* dengan lebih baik dan memberikan rekomendasi personal yang lebih akurat, bahkan dengan data peringkat pengguna yang terbatas(Wang et al., 2011).



Personalisasi dapat dihubungkan dengan *CF* melalui kemampuan sistem untuk memberikan rekomendasi yang disesuaikan dengan preferensi dan karakteristik individual pengguna. Model tetangga dalam *CF* dapat mengidentifikasi pengguna yang memiliki kesamaan preferensi dan menggunakan informasi ini untuk memberikan rekomendasi yang lebih personal. Personalisasi dan *CF* dapat diterapkan pada berbagai aplikasi seperti *game*, aplikasi, *e-commerce*, dan lain-lain untuk memberikan pengalaman yang lebih personal bagi pengguna. Dalam aplikasi, *CF* dapat digunakan untuk merekomendasikan konten, fitur, atau pengaturan yang disesuaikan dengan profil dan kebiasaan pengguna (Koren, 2008).

*Collaborative Filtering* tradisional menghadapi tantangan seperti data yang jarang (*sparse*), *cold start*, dan penurunan efisiensi saat data membesar. Untuk meningkatkan personalisasi, pendekatan seperti penyamaan *rating* antar pengguna dan pemrosesan berbasis *cluster* digunakan guna meningkatkan akurasi dan efisiensi rekomendasi (Li, 2018). Dalam *game*, *CF* dapat digunakan untuk merekomendasikan konten, level, atau fitur yang sesuai dengan preferensi dan perilaku pemain secara individual. *Collaborative Filtering* dapat digunakan untuk merekomendasikan fitur atau mekanik permainan yang mungkin disukai oleh pemain berdasarkan preferensi dan pola interaksi pemain lain yang serupa (Viljanen et al., 2020).

Selain itu, *Collaborative Filtering* sering tidak memiliki rating eksplisit. Oleh karena itu, banyak penelitian menggunakan performa aktual pemain (*win rate*, *mastery points*, *usage frequency*) sebagai proxy indikator skill atau preferensi (Do et al., 2020; Zang & Luo, 2022). Pendekatan ini relevan untuk *game* kaligrafi karena

skor kerapian dan kerapian tulisan merupakan indikator langsung dari kemampuan pemain menguasai suatu khat.

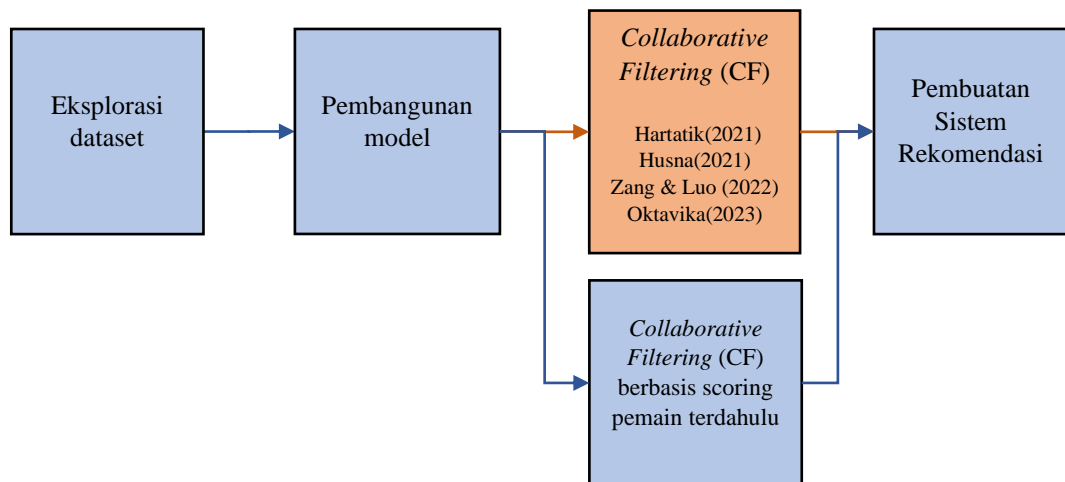
Di luar domain permainan, penelitian dalam bidang sistem rekomendasi juga berkembang pesat, seperti yang dilakukan oleh Hartatik (2021), yang mengembangkan sistem rekomendasi kuliner di Yogyakarta menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering*. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Khusna (2021) mengembangkan sistem rekomendasi produk Gadget dengan menggunakan metode *User-Based Collaborative Filtering*. Penelitian lain dilakukan oleh Oktavika (2023) yang merancang sistem rekomendasi wisata di Bandar Lampung menggunakan algoritma *Collaborative Filtering*. Sistem ini dikembangkan untuk mengatasi kesulitan masyarakat dan wisatawan dalam menemukan destinasi wisata yang sesuai di Provinsi Lampung.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Kerangka konsep

Serangkaian langkah telah dilakukan secara berurutan dan sistematis untuk memudahkan peneliti dalam menentukan langkah berikutnya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai. Pendekatan yang digunakan dalam sistem rekomendasi ini adalah *Collaborative Filtering (CF)*. *Collaborative Filtering* digunakan untuk menghitung kesamaan preferensi antar pengguna dalam memberikan saran tambahan.



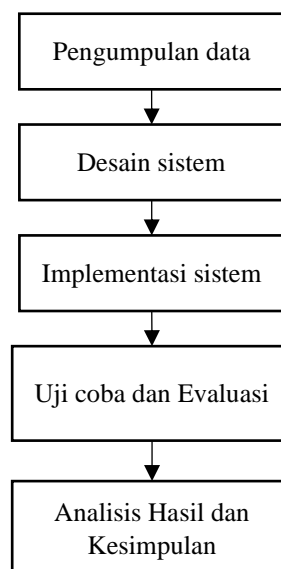
Gambar 3.1 Kerangka konsep

Gambar 3.1 mengilustrasikan alur sistem rekomendasi yang dimulai dari input identitas pemain dan hasil permainan berupa skor akhir, kemudian dilanjutkan ke proses penyimpanan skor dalam basis data. Skor ini dibandingkan dengan skor dari pemain lain untuk menemukan tingkat kesamaan (*similarity*), dan akhirnya sistem memberikan rekomendasi jenis khat berdasarkan pola tersebut. Pada sistem

ini, skor akhir berperan sebagai rating eksplisit, karena sistem mengubah performa pemain menjadi nilai numerik eksplisit(Shizuya, 2024).

### 3.2 Desain Penelitian

Desain sistem berisi serangkaian langkah dilakukan secara berurutan dan sistematis untuk memudahkan peneliti dalam menentukan langkah berikutnya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai.



Gambar 3.2 Desain penelitian

Berdasarkan desain penelitian pada gambar 3.2, langkah pertama dimulai dengan mengumpulkan data dan kemudian dilanjutkan dengan membuat desain sistem berupa rangkaian proses pada sistem. Agar model dapat mempelajari data yang diberikan, dilakukan implementasi desain sistem pada sistem. Terakhir, langkah yang harus dilakukan adalah uji coba dan diskusi yang didapatkan dari implementasi sistem kemudian diakhiri dengan analisa hasil dan kesimpulan.

### 3.2.1 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, sumber utama berasal dari penelitian terdahulu yang telah mengembangkan sistem penilaian kaligrafi berbasis sistem informasi. Data yang dikumpulkan meliputi skor evaluasi terhadap beberapa aspek penting dalam menilai hasil karya kaligrafi, seperti hiasan, kerapian, dan waktu. Masing-masing aspek memiliki bobot tersendiri, yaitu hiasan (50%), kerapian (30%) dan waktu (20%), yang digunakan untuk menghitung skor akhir dari hasil tulisan pengguna (Zayadi, 2023).

Data dari penelitian terdahulu dan masukan pakar ini dijadikan dasar dalam menyusun sistem rekomendasi berbasis *User-Based Collaborative Filtering (CF)*. Pada pendekatan ini memanfaatkan nama pemain sebagai identitas dan hasil skor akhir dari permainan sebagai data utama. Setiap pemain akan menulis beberapa jenis khat, dan hasil skor akhir dari tiap khat tersebut disimpan sebagai *rating* matriks.

Selain itu, referensi gaya kaligrafi yang digunakan dalam penelitian ini mencakup tujuh jenis khat utama, yaitu Naskhi, Tsulus, Diwani, Diwani Jali, Farisi, Riq'ah, dan Kufi (Ismail, 2019). Penilaian terhadap masing-masing khat dilakukan oleh pakar atau merujuk pada sistem evaluasi terdahulu untuk memastikan kualitas skor yang digunakan dalam sistem.

Dengan menggunakan histori skor pemain sebelumnya, sistem rekomendasi akan mempelajari pola kesamaan antar pemain dalam memberikan skor terhadap jenis-jenis khat. Pemain baru, yang hanya memiliki skor awal dari beberapa jenis khat, akan diberikan rekomendasi jenis khat berdasarkan kesamaan pola penilaian

dengan pemain lain yang lebih dahulu bermain. Langkah-langkah yang dilakukan dalam *CF* antara lain (Hartatik et al., 2021):

- a. Membentuk matriks preferensi pengguna berdasarkan *rating* yang diberikan terhadap berbagai *item*.
- b. Menghitung rata-rata *rating* tiap pengguna untuk keperluan normalisasi data.
- c. Menormalisasi *rating* dengan cara mengurangkan *rating* aktual dengan rata-rata *rating* pengguna masing-masing.
- d. Menggunakan metode *cosine similarity* untuk mengukur tingkat kemiripan antar pengguna berdasarkan *rating* yang telah dinormalisasi.
- e. Melakukan prediksi *rating* terhadap *item* yang belum pernah dinilai oleh pengguna target, dengan mempertimbangkan kontribusi dari pengguna lain yang memiliki tingkat kemiripan.
- f. Menyusun rekomendasi *Top-N* berdasarkan nilai prediksi tertinggi untuk diberikan kepada pengguna target.

### 3.2.1.1 Jenis Khat

Penelitian ini menggunakan tujuh jenis khat sebagai objek rekomendasi. Setiap jenis khat memiliki karakteristik visual, estetika, dan tingkat kesulitan yang berbeda sehingga dapat menjadi dasar dalam proses penilaian dan perhitungan skor rekomendasi. Untuk game ini memakai lafadz “Muhammad” karena lafadz tersebut mengandung variasi bentuk huruf yang lebih lengkap, seperti huruf  $\mathfrak{m}$  di posisi awal dan tengah,  $\mathfrak{h}$  sebagai huruf berlingkung, dan  $\mathfrak{d}$  di posisi akhir. Sehingga lebih representatif untuk menunjukkan perbedaan proporsi, konstruksi garis, sambungan huruf, serta ciri visual khas dari setiap gaya khat. Selain itu, dalam

tradisi pembelajaran kaligrafi, lafadz ini banyak digunakan dalam buku ajar dan pelatihan karena bentuk hurufnya fleksibel, mudah dibandingkan antar gaya khat, serta lebih aman digunakan pada tahap awal latihan; sebab kesalahan bentuk tidak memiliki tingkat sensitivitas teologis setinggi lafadz “الله”. Penggunaan lafadz ini tidak didasarkan pada aspek hierarki nilai agama, karena dalam akidah Islam kedudukan Allah SWT. tentu lebih tinggi dan tidak dapat dibandingkan dengan makhluk, tetapi murni karena pertimbangan pedagogis dan standar umum dalam praktik pembelajaran kaligrafi. Daftar jenis khat tersebut meliputi (Achmad & Jamaluddin, 2022).

a. Naskhi

Khat Naskhi adalah salah satu gaya kaligrafi Islam yang paling banyak digunakan, terutama untuk penulisan Al-Qur'an dan dokumen resmi. Ciri khas Naskhi adalah bentuknya yang sederhana, jelas, dan mudah dibaca. Huruf-huruf dalam gaya ini tersusun rapi dengan garis horizontal yang seimbang, membuatnya cocok untuk penggunaan sehari-hari. Karena sifatnya yang mudah dibaca, Naskhi sering menjadi pilihan pemula dalam belajar kaligrafi. Huruf ini sering digunakan untuk administrasi khususnya perkantoran dan persuratan pada zaman kekuasaan Islam yang ditunjukkan pada gambar 3.3 (Mattangkilang et al., 2023).



Gambar 3.3 Khat Naskhi

b. Tsulus

Khat Tsulus adalah salah satu jenis kaligrafi yang paling indah, megah dan dekoratif. Nama "Tsulus" berarti "sepertiga," yang merujuk pada ukuran pena yang digunakan untuk menulisnya. Tsulus ditandai dengan huruf yang melengkung dan garis-garis yang panjang, serta sering digunakan untuk dekorasi masjid, buku, dan karya seni. Khat ini membutuhkan tingkat keterampilan tinggi karena kerumitannya (Mattangkilang et al., 2023). Khat ini dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Khat Tsulus

c. Diwani

Khat Diwani adalah gaya kaligrafi yang berkembang selama Kekhalifahan Ottoman. Ia dikenal karena bentuknya yang melengkung, dekoratif, dan tanpa titik pada huruf, memberikan kesan elegan. Gaya ini sering digunakan untuk dokumen resmi kerajaan karena sifatnya yang rumit dan sulit dipalsukan. Diwani biasanya ditemukan dalam dekorasi undangan atau karya seni mewah (Zuhdiyah, 2023). Khat Diwani ditunjukkan oleh gambar 3.5



Gambar 3.5 Khat Diwani



d. Diwani Jali

Khat Diwani Jali adalah variasi dari Diwani yang lebih besar dan lebih terbuka. Gaya ini menonjolkan keindahan dengan tambahan elemen dekoratif, seperti pola titik-titik kecil di sekitar huruf. Diwani Jali sering digunakan untuk penghiasan dinding, monumen, atau dokumen yang ingin menonjolkan kemewahan dan kemegahan(Zuhdiyah, 2023). Khat Diwani Jali dapat dicermati pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Khat Diwani Jali

e. Farisi

Khat Farisi berasal dari Persia (Iran) dan memiliki ciri khas bentuk huruf yang melengkung dengan garis yang halus dan anggun. Farisi biasanya digunakan untuk menulis puisi atau karya sastra karena keindahannya yang lembut dan ekspresif. Penulisan Farisi cenderung lebih sederhana dibandingkan dengan Tsulus atau Diwani, tetapi tetap memiliki nilai artistik yang tinggi(Malang & Menulis, 2022). Khat Farisi dapat ditinjau pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Khat Farisi

f. Riq'ah

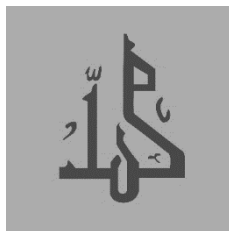
Khat Riq'ah adalah salah satu jenis kaligrafi yang paling sederhana dan cepat untuk ditulis. Gaya ini biasanya digunakan untuk menulis catatan atau dokumen informal karena bentuknya yang praktis dan tidak memerlukan banyak dekorasi. Riq'ah memiliki huruf-huruf yang kecil dan rapat, menjadikannya pilihan populer untuk tulisan tangan sehari-hari (Zuhdiyah, 2023). Khat Riq'ah dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Khat Riq'ah

g. Kufi

Khat Kufi adalah salah satu gaya kaligrafi Islam tertua, yang berasal dari kota Kufa di Irak. Kufi dikenal karena garis-garisnya yang kaku, lurus, dan sudut persegi yang mencolok (Zuhdiyah, 2023) dan garis/sambungan harus presisi, tidak bebas seperti khat lain. Gaya ini sering digunakan dalam dekorasi arsitektur, seperti pada mosaik masjid atau ukiran kayu (Mattangkilang et al., 2023). Contoh khat Kufi ditunjukkan pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Khat Kufi

Pada penelitian ini dipilih lima jenis khat, yaitu Naskhi, Tsulus, Diwani, Farisi, dan Rika'h. Khat Kufi tidak digunakan karena karakteristik bentuknya yang didominasi garis lurus dan sudut tegas, sehingga memerlukan tingkat presisi tinggi dalam penulisan digital. Pada game berbasis drawing seperti “Try Calligraphy”, presisi garis lurus sulit direalisasikan dengan input mouse atau drawing pad, sehingga Kufi berpotensi menurunkan akurasi penilaian dan pengalaman bermain..

### **3.2.1.2 Warna Khat**

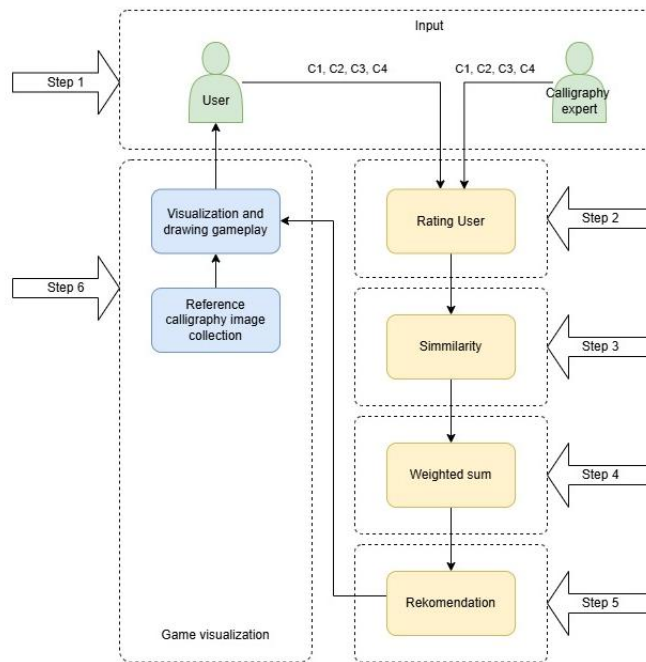
Warna yang digunakan untuk kostum ini adalah warna primer dan warna sekunder. Preferensi warna ini terkadang memiliki perbedaan yang umum pada setiap gender. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Lee Ellis dan Christopher Ficek (2001), terdapat perbedaan signifikan dalam preferensi warna antara laki-laki dan perempuan. Laki-laki menunjukkan preferensi yang sangat kuat terhadap warna dingin khususnya biru (Westland & Shin, 2015) dan hijau sedangkan perempuan memiliki preferensi yang lebih merata dengan dominasi warna hijau dan biru diikuti oleh ungu dan merah. Kemudian perbedaan lokasi dan budaya juga berpengaruh pada preferensi warna, contohnya wanita di berbagai budaya (Inggris, China, Arab, dan India) menunjukkan preferensi khusus terhadap warna merah muda (Bonnardel et al., 2018). Perlu diketahui bahwa terdapat simbolis warna dalam budaya China yang juga berpengaruh pada beberapa warna, seperti merah dianggap sebagai warna keberuntungan, serta putih melambangkan kebersihan dan kemurnian (Zhang et al., 2019).

Pada penelitian lain, ditemukan bahwa usia menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi preferensi warna. Warna merah muda lebih disukai oleh anak

perempuan daripada anak laki-laki pada usia dini(Mohebbi, 2014). Meskipun begitu, warna biru tetap menjadi favorit pada seluruh kelompok usia. Kemudian kesukaan pada warna merah menjadi meningkat pada wanita dewasa sebab norma sosial serta faktor biologis atau emosional(Jonauskaite et al., 2019). Warna yang sesuai dengan preferensi akan lebih banyak dibeli oleh konsumen. Semakin tinggi preferensi seseorang terhadap suatu warna, semakin besar kemungkinan mereka membeli produk dengan warna tersebut(Yu et al., 2021).

### **3.2.2 Desain Sistem**

Pada tahap ini, desain sistem dibuat untuk menggambarkan secara umum sistem rekomendasi khat kaligrafi yang dikembangkan berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan diproses. Langkah-langkah yang dilakukan mencakup input pengguna, *Collaborative Filtering (CF)*, perhitungan skor dan terakhir output rekomendasi khat. Desain sistem untuk penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Desain sistem

Tahapan pertama dimulai dari input *user* atau pemain dengan memilih jenis khat yang sudah ditampilkan pada antarmuka. Kemudian, proses berlanjut dengan menggambar sesuai dengan referensi dan pemberian aksesoris latar belakang. Setelah pemain merasa cukup, dia bisa menyimpan gambar tersebut dan menyelesaikan permainan. Saat permainan berakhir masuk ke step perhitungan *Collaborative Filtering* dimulai dari store jenis khat yang dipilih, nilai hasil hiasan, kerapian, dan waktu bermain menjadi rating user. Dilanjutkan dengan perhitungan *similarity*, dan *weighted sum*. Kemudian hasil dengan nilai tertinggi akan dimasukkan pada tiga rekomendasi teratas pada antarmuka visualisasi rekomendasi.

### 3.2.2.1 Dataset

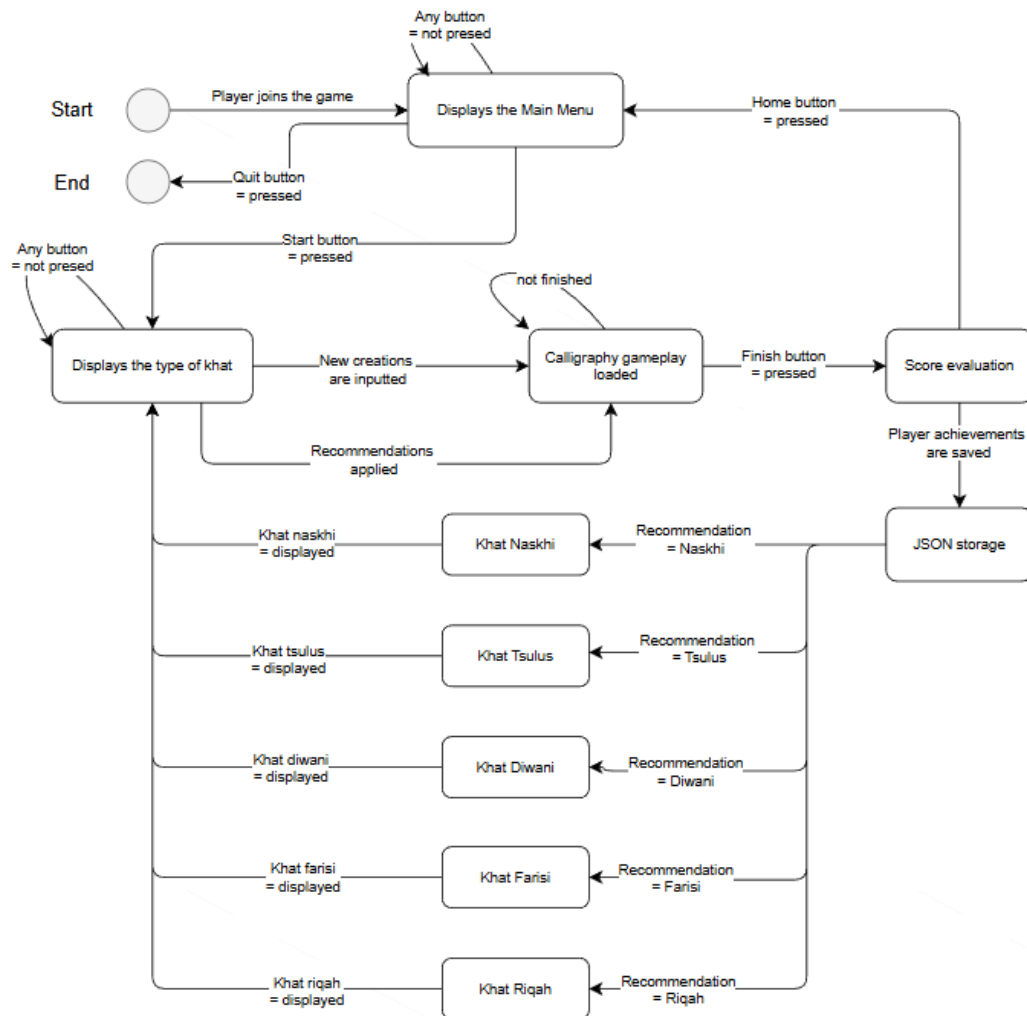
Dataset dalam penelitian ini diperoleh melalui hasil interaksi pemain dalam *game* kaligrafi digital yang telah dikembangkan. Setiap data yang dikumpulkan merepresentasikan performa pemain saat menulis jenis khat tertentu. Atribut yang

direkam meliputi nama pemain, jenis khat yang dipilih, serta skor penilaian pada tiga kriteria utama, yaitu yaitu hiasan (50%), kerapian (30%) dan waktu (20%), menurut sumber kaligrafi *expert*. Skor masing-masing kriteria berada dalam rentang nilai 0 sampai 100, kemudian dihitung menjadi nilai akhir terstandarisasi berdasarkan bobot persentase yang telah ditentukan.

Dataset ini bersifat dinamis dan terus berkembang seiring banyaknya pemain yang mencoba *game*. Data hasil permainan dari pemain-pemain sebelumnya digunakan sebagai dasar dalam proses *User-Based Collaborative Filtering*, dengan cara membandingkan pola penilaian antar pemain guna memberikan rekomendasi jenis khat yang sesuai untuk pemain baru. Dengan struktur data seperti ini, sistem dapat mempelajari hubungan antar pemain dan pola kecenderungan terhadap jenis khat tertentu berdasarkan hasil nyata dari permainan, bukan preferensi pribadi.

#### **3.2.2.2 Rancangan Sistem Rekomendasi**

Pada bagian ini, akan dijelaskan secara umum bagaimana sistem akan beroperasi dengan menggunakan diagram alur dan diagram urutan untuk memberikan gambaran yang lebih rinci mengenai pendekatan berbasis batasan. Alur proses ini dapat dilihat pada diagram alur yang ditunjukkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 FSM permainan kaligrafi

FSM permainan dimulai dengan sistem menampilkan main menu dengan tombol mulai. Saat menekan tombol mulai, pemain diarahkan oleh sistem menuju menu tipe khat. Pada menu ini pemain dapat memilih jenis khat yang diinginkan dengan bantuan berupa line reference abu-abu untuk tetap mentracking khat yang ditiru. Setelah itu permainan ketika sistem menampilkan *scene gameplay*. Pemain diberikan kebebasan untuk memilih warna yang dapat dikombinasikan agar dapat menciptakan gambar yang indah.

Setelah pemain merasa cukup, permainan dapat diakhiri dengan menekan

tombol selesai. Setelah menyelesaikan satu sesi permainan, sistem akan mencatat dan menyimpan hasil permainan ke dalam basis data, yang terdiri dari tiga komponen penilaian utama, yaitu: penulisan, hiasan, kerapian, dan waktu. Ketiga kriteria ini masing-masing memiliki bobot tertentu, yaitu hiasan (50%), kerapian (30%) dan waktu (20%). Bobot ini tidak bergantung pada metode *Collaborative Filtering*, melainkan pada standar penilaian kaligrafi (Mattangkilang et al., 2023). Ketiga penilaian tadi digabungkan dan akan menghasilkan skor akhir rating, dari rating ini ini mencerminkan performa pemain dalam menulis jenis khat yang dipilih sebelumnya.

Sistem kemudian menggunakan metode *Collaborative Filtering* (CF) untuk menganalisis hasil permainan dari banyak pengguna sebelumnya. Berdasarkan kemiripan pola hasil antar pemain, sistem akan memberikan rekomendasi jenis khat yang paling sesuai untuk pemain baru. Ketika pemain baru selesai bermain satu jenis khat, sistem akan membandingkan performanya dengan pemain-pemain sebelumnya dan menyarankan jenis khat berikutnya yang lebih sesuai atau cocok untuk dilatih. Rekomendasi ini bertujuan untuk membantu pemain baru berkembang lebih optimal dengan jenis khat yang sesuai dengan gaya atau kekuatannya.

### **3.2.3 Implementasi Sistem**

Implementasi sistem rekomendasi khat kaligrafi dalam penelitian ini difokuskan untuk membantu pemain baru dalam memilih jenis khat yang paling sesuai dengan gaya mereka. Sistem tidak meminta pemain mengisi informasi demografis secara langsung, seperti usia, jenis kelamin, atau preferensi warna.



Sebaliknya, sistem hanya menggunakan data hasil permainan, yaitu skor hiasan, dan kerapian dari pemain-pemain sebelumnya.

Pendekatan sistem dengan *User-Based Collaborative Filtering (CF)* akan menganalisis kemiripan hasil permainan antar pemain. Ketika pemain baru menyelesaikan sesi kaligrafi pada satu jenis khat, sistem akan membandingkan hasilnya dengan pemain lain yang telah menulis khat yang sama. Berdasarkan kesamaan skor dan pola hasil, sistem akan merekomendasikan jenis khat berikutnya yang memiliki kecocokan tinggi dengan performa pemain baru tersebut.

Sistem dapat memberikan rekomendasi yang personal dan adaptif, tidak berdasarkan preferensi subjektif, melainkan berdasarkan data konkret dari pengalaman bermain. Hasil rekomendasi ditampilkan secara interaktif, sehingga pemain dapat melihat khat-khat yang direkomendasikan dan memilih salah satunya untuk dilatih lebih lanjut.

### 3.2.3.1 Pengumpulan Input Data

Pengumpulan input data, yaitu data yang diperoleh dari dua sumber utama: pengguna akhir (*user*) yang memainkan *game* (Arif et al., 2022). Data ini mencakup kriteria berpengaruh (Oktavika, 2023) seperti preferensi khat dalam menyelesaikan tulisan kaligrafi.

Tabel 3.1 Data mentah

<i>Player</i>	Jenis khat	Hiasan 50%	Kerapian 30%	Waktu 20%
<i>User A</i>	Naskhi	70	80	80
<i>User A</i>	Tsulus	80	90	90
<i>User A</i>	Riq'ah	90	85	85
<i>User B</i>	Naskhi	80	70	90
<i>User B</i>	Tsulus			
<i>User B</i>	Riq'ah	75	75	90
<i>User C</i>	Naskhi	50	60	60

<i>User C</i>	Tsulus	75	60	60
<i>User C</i>	Riq'ah	80	90	70

Tabel 3.1 menunjukkan skor yang diberikan oleh sistem kepada pengguna terhadap berbagai jenis khat. Angka menunjukkan tingkat keahlian pemain terhadap masing-masing khat. Tanda kosong berarti pemain belum memberikan memainkan permainan dengan khat tersebut.

Tabel 3. 2 User-Item Rating Matrix

<b><i>Player</i></b>	<b>Naskhi</b>	<b>Tsulus</b>	<b>Riq'ah</b>
<i>User A</i>	75	85	87.5
<i>User B</i>	79		78
<i>User C</i>	54	67.5	81

Selanjutnya ketiga skor digabungkan menjadi satu yang ditunjukkan pada tabel 3.2. Penilaian inilah nantinya yang akan disimpan pada sistem dan menjadi dataset utama.

### 3.2.3.2 Perhitungan *Collaborative Filtering*

Pada bagian ini, perhitungan *Collaborative Filtering* dilakukan menggunakan data pada Tabel 3.2 sebagai contoh ilustratif. Perlu ditegaskan bahwa nilai-nilai pada tabel tersebut bukanlah nilai akhir yang digunakan sistem, melainkan data simulasi untuk menunjukkan alur perhitungan CF, terutama dalam memprediksi rating pada jenis khat yang belum pernah dimainkan oleh pengguna. Contoh ini bertujuan memperlihatkan bagaimana algoritma melakukan estimasi melalui rata-rata rating, kemiripan pengguna, dan prediksi skor.

#### Langkah 1: Hitung Rata-rata Rating Tiap *User*

Dengan menggunakan data sebelumnya, rata-rata *rating* tiap *user* akan dihitung ditunjukkan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Rata-rata *rating*

No	Player	Rata-rata
1	A	82.5
2	B	78.5
3	C	67.5

Rata-rata user didapatkan dari Rata-rata rating setiap pengguna diperoleh dengan menghitung nilai rerata dari seluruh skor gabungan jenis khat yang pernah dimainkan oleh pengguna di tabel 3.2. Nilai ini dihitung dengan menjumlahkan seluruh rating yang diberikan pemain pada masing-masing khat, kemudian dibagi dengan jumlah khat yang dinilai.

#### Langkah 2: Normalisasi Rating (kurangi rata-rata)

Tabel 3.4 Normalisasi Rating

No	Player	Naskhi	Tsulus	Riq'ah
1	User A	-7.5	2.5	5
2	User B	0.5		-0.5
3	User C	-13.5	0	13.5

Tabel 3.4 menjelaskan proses normalisasi rating yang dilakukan dengan cara mengurangi setiap nilai rating dengan rata-rata rating pengguna yang bersangkutan. Normalisasi ini bertujuan untuk menghilangkan bias perseorangan. User A memberikan rating lebih rendah dari rata-ratanya pada khat Naskhi ( $-7.5$ ), tetapi lebih tinggi pada Tsulus dan Riq'ah. User B memberi rating sedikit di atas rata-ratanya untuk Naskhi ( $0.5$ ), namun sedikit di bawah rata-rata untuk Riq'ah ( $-0.5$ ). User C memberikan nilai sangat rendah terhadap Naskhi ( $-13.5$ ), namun sangat tinggi terhadap Riq'ah ( $13.5$ ).

#### Langkah 3: Hitung *Cosine Similarity* User A dengan User B dan C

Perhitungan *Similarity*, dilakukan untuk mengukur tingkat kemiripan antar pengguna berdasarkan *rating* yang diberikan. Dalam proses ini, digunakan metode

pengukuran seperti *cosine similarity* digunakan untuk menentukan seberapa mirip preferensi dua pengguna terhadap *item* yang sama (Hartatik et al., 2021). *Cosine similarity* digunakan karena metode ini sederhana, cepat dihitung, dan mampu mengukur pola kesamaan preferensi antar pengguna tanpa terpengaruh skala rating yang berbeda. Penggunaan metode ini juga didukung oleh penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa *cosine similarity* menghasilkan performa rekomendasi yang baik dan stabil dalam *Collaborative Filtering* serta mudah diterapkan pada sistem rekomendasi berbasis data pengguna (Hartatik et al., 2024).

$$Similarity(A, B) = \frac{\sum(r_{A,i} \cdot r_{B,i})}{\sqrt{\sum r_{A,i}^2} \cdot \sqrt{\sum r_{B,i}^2}} \quad (1)$$

Dimana

$r_{A,i}$  = Rating yang telah dinormalisasi oleh *User A* terhadap *item* ke- $i$

$r_{B,i}$  = Rating yang telah dinormalisasi oleh *User B* terhadap *item* ke- $i$

*Similarity* untuk *User B* dan *User A*:

Data yang sama: Naskhi & Riq'ah

Dot product:  $(0.5 \times -7.5) + (-0.5 \times 5.0) = -3.75 - 2.5 = -6.25$

Magnitude A:  $\sqrt{(-7.5)^2 + 5.0^2} = \sqrt{56.25 + 25} = \sqrt{81.25} \approx 9.014$

Magnitude B:  $\sqrt{(0.5)^2 + (-0.5)^2} = \sqrt{0.25 + 0.25} = \sqrt{0.5} \approx 0.707$

$$Similarity(B, A) = \frac{(-6.25)}{9.014 \cdot 0.707} = \frac{-6.25}{6.37} \approx -0.981$$

Data yang sama: Naskhi & Riq'ah

Dot product:  $(0.5 \times -13.5) + (-0.5 \times 13.5) = -6.75 - 6.75 = -13.5$

Magnitude C:  $\sqrt{(-13.5^2 + 13.5^2)} = \sqrt{(182.25 + 182.25)} = \sqrt{364.5} \approx 19.09$

Magnitude B: 0.707

$$\text{Similarity}(B, C) = \frac{(-13.5)}{0.707 \cdot 19.09} = \frac{-13.5}{14.06} \approx -1$$

Hasil perhitungan *similarity* antara User A dan User B menghasilkan nilai sebesar  $-0.981$ , sedangkan *similarity* antara User B dan User C bernilai  $-0.959$ . Nilai *similarity* yang negatif menunjukkan bahwa pola rating pengguna tersebut bergerak dalam arah yang berlawanan. Artinya, ketika satu pengguna memberikan nilai di atas rata-ratanya pada suatu jenis khat, pengguna lain cenderung memberikan nilai di bawah rata-ratanya. Dengan kata lain, preferensi mereka tidak selaras dan bahkan bertolak belakang.

Pada konteks *Collaborative Filtering*, pengguna dengan nilai *similarity* bernilai negatif tidak dianggap mirip dan kontribusinya dalam perhitungan prediksi biasanya menjadi sangat kecil atau tidak dipertimbangkan. Namun, dalam contoh perhitungan ini nilai *similarity* tetap digunakan untuk memperlihatkan cara kerja rumus ketika *similarity* dapat bernilai positif maupun negatif.

#### Langkah 4: Prediksi Rating

Prediksi *rating* terhadap suatu *item* yang belum diberi *rating* oleh pengguna dihitung dengan mempertimbangkan *rating* dari pengguna lain yang memiliki kemiripan selera. Rumus prediksi ini memanfaatkan pendekatan Weighted Sum, di mana kontribusi *rating* dari *user* lain diberi bobot berdasarkan tingkat *similarity* antara *user* tersebut dengan *user* target. Misalnya kita mau prediksi *rating* User B terhadap Tsulus (yang belum diberi *rating*).

Gunakan rumus prediksi:

$$\hat{r}_{B,j} = \bar{r}_B + \frac{\sum i \text{ sim } (B, i) \cdot (r_{i,j} - \bar{r}_i)}{\sum i | \text{sim } (B, i)} \quad (2)$$

Dimana

$\hat{r}_{B,j}$  = Prediksi *rating user* B terhadap *item* j

$\bar{r}_B$  = Rata-rata *rating user*

$\sum i \text{ sim } (B, i)$  = Nilai kemiripan antara *user* B dan *user* i

$r_{i,j}$  = Rating *user* i terhadap *item* j

$\bar{r}_i$  = Rata-rata *rating* dari *user* i

$$\begin{aligned} \hat{r}_{B,Tsulul} &= 78.5 + \frac{(-0.981 \cdot (85 - 82.5)) + (-1 \cdot (67.5 - 67.5))}{|0.981 + 1|} \\ &\approx 78.5 - 1.237 = 77.26 \end{aligned}$$

Pada penelitian ini, metode *Weighted Sum* digunakan karena sistem rekomendasi berbasis *Collaborative Filtering* perlu memprediksi rating pemain terhadap jenis khat yang belum pernah dicoba sebelumnya. Misalnya ketika pemain belum pernah berlatih khat Tsulus namun sistem tetap harus menentukan apakah khat tersebut sesuai dengan gaya pemain. *Weighted Sum* memungkinkan proses prediksi dilakukan dengan menjumlahkan kontribusi rating dari pemain lain yang memiliki tingkat kemiripan pola performa yang tinggi, sehingga setiap rating diberi bobot sesuai nilai *similarity*-nya. Pendekatan ini penting karena setiap pemain memiliki gaya performa yang berbeda-beda pada aspek kerapian, hiasan, dan waktu pengerjaan, sehingga normalisasi dan pembobotan membantu mengurangi bias perbedaan skala performa antar pemain. Dengan demikian, *Weighted Sum* memastikan bahwa rekomendasi jenis khat yang diberikan, baik Naskhi, Tsulus, Diwani, Farisi, maupun Riq'ah akan lebih akurat dan benar-benar mencerminkan

kecocokan gaya khat pemain, meskipun pemain belum mencoba seluruh jenis khat tersebut secara langsung.

#### Langkah 5: Hasil Rekomendasi

Berdasarkan hasil perhitungan *Collaborative Filtering*, sistem merekomendasikan hasil khat berikut.

Tabel 3.5 Hasil Rekomendasi user B

No	Jenis Khat	Rating
1	Naskhi	79
2	Riq'ah	78
3	Tsulus	77.26

Berdasarkan tabel 3.5, hasil perhitungan *Collaborative Filtering*, sistem merekomendasikan jenis khat Tsulus kepada *User B*. Karena Tsulus adalah satu-satunya item yang belum dimainkan, maka ia tetap menjadi rekomendasi, meskipun nilainya lebih kecil dari rating aktual item lain.

#### 3.2.3.3 Transfer Unity

Setelah pembuatan karakter dan tipe khat selesai, langkah selanjutnya adalah transfer aset ke dalam Unity. Proses ini melibatkan pengimporan model karakter dan elemen desain lainnya ke dalam lingkungan Unity, memastikan bahwa semua aset berfungsi dengan baik dalam sistem permainan. Selama transfer, perhatian khusus diberikan pada pengaturan skala dan orientasi agar karakter dan tipe khat dapat berinteraksi secara dinamis dalam *game*.

#### 3.2.3.4 Database Unity

*Database* dalam Unity dirancang untuk menyimpan dan mengelola data inputan dari pengguna dengan menggunakan format JSON. Data ini disimpan

dalam struktur yang mudah dibaca dan diakses, di mana setiap entri pengguna diwakili dalam bentuk objek JSON yang dikelilingi oleh tanda kurung kurawal { }. Struktur ini memungkinkan penyimpanan berbagai atribut, seperti nama pengguna, pilihan khat, dan skor akhir. Dengan menggunakan JSON, sistem dapat dengan mudah melakukan pembacaan dan penulisan data, serta memfasilitasi pertukaran informasi antara *game* dan sistem rekomendasi.

### 3.2.3.5 Desain Antarmuka

Desain antarmuka mencakup elemen seperti *mainmenu*, tampilan hasil rekomendasi, dan visualisasi elemen khat yang direkomendasikan. Antarmuka ini dirancang agar intuitif, menarik, dan sesuai dengan tema kaligrafi untuk memberikan pengalaman pengguna yang optimal.

#### a. Mainmenu

Antarmuka main menu menunjukkan beberapa tombol seperti tombol mulai, rekomendasi, informasi, dan keluar. Antarmuka ini tunjukkan pada gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Main menu

#### b. Drawing scene



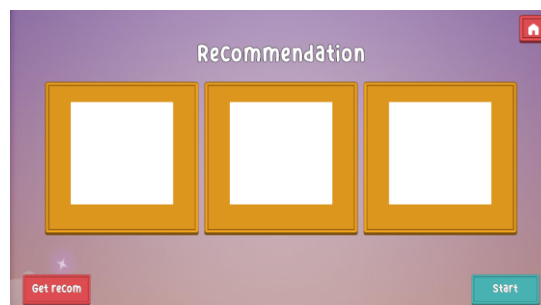
Antar muka drawing scene memperlihatkan beberapa tombol seperti *tool* warna, *eksport*, jeda, layer gambar, layer *background*, referensi gambar, dan tombol selesai. Antarmuka ini divisualisasikan pada gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Drawing scene

#### c. Rekomendasi

Pada antarmuka rekomendasi ditampilkan tombol rekomendasi, main menu, tiga buah gambar rekomendasi, dan tombol start. Antarmuka ini ilustrasikan pada gambar 3.12.



Gambar 3. 14 Recommendation Panel

### 3.2.4 Evaluasi

Sistem *game* “Try Calligraphy” yang dikembangkan menggunakan Unity 3D diujicobakan kepada sejumlah pengguna heterogen untuk menilai kualitas pengalaman bermain *game* secara subjektif dari sudut pandang pengguna, digunakan instrumen *The Game User Experience Satisfaction Scale* versi 18 *item* (Keebler Assoc et al., 2020). *GUESS-18* merupakan versi singkat dari *GUESS* asli

yang berisi 55 *item* (Phan et al., 2016), namun tetap mempertahankan validitas dan cakupan terhadap sembilan konstruk utama seperti keterlibatan, tantangan, nilai estetika, dan kepuasan secara keseluruhan. Penggunaan *GUESS-18* dianggap efektif untuk evaluasi iteratif *game* karena ringkas namun tetap mampu menggambarkan persepsi pengguna secara komprehensif. Data hasil pengujian ini menjadi dasar dalam menganalisis kekuatan dan kelemahan sistem serta menjadi masukan untuk pengembangan selanjutnya.

Tabel 3.6 Tabel *GUESS-18*

No.	Konstruk	Pernyataan
1.	<i>Usability / Playability</i>	Saya merasa kontrol dalam <i>game</i> ini mudah dimengerti.
		Saya merasa antarmuka <i>game</i> ini mudah untuk dinavigasi.
2.	Narasi ( <i>Narratives</i> )	Saya tertarik dengan cerita <i>game</i> ini sejak awal.
		Saya menikmati fantasi atau alur cerita yang disajikan dalam <i>game</i> ini.
3.	Keterlibatan Bermain ( <i>Play Engrossment</i> )	Saya merasa terlepas dari dunia luar saat bermain <i>game</i> ini.
		Saya tidak peduli dengan kejadian di dunia nyata saat bermain <i>game</i> ini.
4.	Kenikmatan ( <i>Enjoyment</i> )	Saya merasa <i>game</i> ini menyenangkan.
		Saya merasa bosan saat bermain <i>game</i> ini. (dibalik/skor negatif)
5.	Kebebasan Kreatif ( <i>Creative Freedom</i> )	Saya merasa <i>game</i> ini memungkinkan saya untuk berimajinasi.
		Saya merasa kreatif saat bermain <i>game</i> ini.
6.	Estetika Audio ( <i>Audio Aesthetics</i> )	Saya menikmati efek suara dalam <i>game</i> ini.
		Saya merasa audio dalam <i>game</i> (misalnya efek suara, musik) meningkatkan pengalaman bermain saya.
7.	Kepuasan Pribadi ( <i>Personal Gratification</i> )	Saya sangat fokus pada performa saya sendiri saat bermain.
		Saya ingin mendapatkan hasil sebaik mungkin saat bermain <i>game</i> ini.
8.	Koneksi Sosial ( <i>Social Connectivity</i> )	Saya merasa <i>game</i> ini mendukung interaksi sosial (misalnya melalui obrolan) antar pemain.
		Saya suka bermain <i>game</i> ini bersama pemain lain.
9.	Estetika Visual ( <i>Visual Aesthetics</i> )	Saya menikmati tampilan grafis <i>game</i> ini.
		Saya merasa <i>game</i> ini menarik secara visual.

Tabel 3.6 menjelaskan daftar konstruk dan pernyataan kuesioner yang digunakan untuk mengukur pengalaman bermain pengguna dalam game “Try Calligraphy”. Setiap konstruk mewakili aspek dari kualitas permainan, seperti usability, narasi, keterlibatan, kenikmatan, kebebasan kreatif, estetika audio, kepuasan pribadi, koneksi sosial, dan estetika visual. Masing-masing konstruk terdiri dari dua pernyataan yang dirancang menggunakan skala Likert, sehingga respon pemain dapat diukur secara kuantitatif. Beberapa pernyataan juga disusun dalam bentuk negatif (misalnya pernyataan kebosanan) agar validitas data tetap terjaga melalui proses reverse scoring.

### 3.2.5 Eksperimen

Sistem Eksperimen dilakukan untuk menguji performa sistem rekomendasi jenis khat pada *game* edukasi “Try Calligraphy”, yang dikembangkan menggunakan Unity 3D dan menerapkan metode *Collaborative Filtering*. Tujuan eksperimen ini adalah untuk mengevaluasi sejauh mana sistem dapat memberikan rekomendasi yang akurat dan sesuai dengan preferensi pemain, serta tingkat kepuasan pengguna terhadap permainan.

Tabel 3.7 Skenario Eksperimen

ID	Data awal tersedia	Pemain (responden)	Sesi per <i>player</i>	Total data	Kemampuan sistem
A0	0 (tidak ada data)	5	0	0	Sistem belum bisa merekomendasikan (cold-start)
A1	Data hasil sesi pertama	5	1	10	Sistem mulai bisa menghitung kemiripan & memberi rekomendasi awal
A2	Data hasil 2 sesi	5	2	20	Cek apakah rekomendasi berbeda dari

ID	Data awal tersedia	Pemain (responden)	Sesi per <i>player</i>	Total data	Kemampuan sistem
					permainan sebelumnya
B	Data 2 sesi per pemain	10	2	40	Cek pengaruh jumlah pemain meningkat

Dari Tabel 3.7, eksperimen dibagi ke dalam dua skenario utama yang dirancang untuk mengevaluasi kemampuan sistem rekomendasi dalam berbagai kondisi ketersediaan data. Skenario pertama (A0–A2) berfokus pada perkembangan performa sistem ketika data masih terbatas. Pada kondisi A0, tidak terdapat data sama sekali sehingga sistem belum dapat memberikan rekomendasi karena menghadapi masalah cold-start. Pada skenario A1, setiap pemain telah menyelesaikan satu sesi permainan sehingga sistem mulai dapat menghitung kemiripan antar pengguna dan menghasilkan rekomendasi awal. Kemudian pada skenario A2, data yang tersedia meningkat menjadi dua sesi per pemain, memungkinkan pengujian konsistensi dan perubahan hasil rekomendasi dibandingkan sesi sebelumnya.

Skenario kedua (B) dilakukan dengan menambah jumlah pemain menjadi sepuluh orang, masing-masing dengan dua sesi permainan. Tujuannya adalah menguji bagaimana peningkatan jumlah data dan variasi pemain memengaruhi rekomendasi *Collaborative Filtering*. Melalui pembagian skenario ini, eksperimen dapat menggambarkan perkembangan sistem secara bertahap, mulai dari kondisi tanpa data hingga kondisi dengan jumlah pemain dan interaksi yang lebih kompleks.

### 3.3 Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan disusun berdasarkan proses pengumpulan data pemain selama bermain game dan bagaimana data tersebut diolah oleh sistem rekomendasi untuk menghasilkan jenis khat yang paling sesuai. Variabel dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu variabel bebas, variabel penghubung, dan variabel terikat. Variabel bebas adalah atribut performa pemain yang menjadi dasar pembentukan rating pada setiap jenis khat. Variabel ini meliputi:

- Hiasan (50%): Menunjukkan tingkat kreativitas atau estetika tambahan yang dibuat pemain ketika menghasilkan tulisan kaligrafi, seperti ornamen atau elemen visual yang memperindah hasil akhir. Aspek ini berfungsi sebagai indikator kreativitas dan eksplorasi gaya pemain.
- Kerapian (30%): Menggambarkan tingkat keteraturan hasil tulisan, seperti konsistensi garis, proporsi huruf, dan kejelasan bentuk karakter sesuai jenis khat yang dipilih. Nilai ini menjadi indikator kemampuan teknis dan kontrol pemain dalam membuat huruf kaligrafi.
- Waktu (20%): Merupakan lama waktu yang dibutuhkan pemain untuk menyelesaikan satu sesi kaligrafi. Aspek ini digunakan sebagai gambaran efisiensi atau kelancaran pemain dalam menghasilkan tulisan.

Variabel penghubung adalah proses atau algoritma yang digunakan untuk mengolah data atribut pengguna menjadi rekomendasi khat. Dalam penelitian ini, sistem *User-Based Collaborative Filtering (CF)* berfungsi sebagai variabel penghubung. Algoritma ini bertindak sebagai penghubung yang mengolah data

penilaian pengguna terhadap jenis khat berdasarkan kriteria di atas. *CF* membandingkan preferensi pengguna baru dengan pola dari pengguna sebelumnya, guna memberikan rekomendasi jenis khat yang paling sesuai.

Variabel terikat merupakan keluaran atau hasil akhir dari sistem, dalam hal ini variabel terikatnya adalah jenis khat yang direkomendasikan. Hasil utama dari sistem rekomendasi, yaitu jenis khat kaligrafi yang dianggap paling cocok untuk pengguna berdasarkan penilaian terhadap hiasan, kerapian, dan waktu.

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1 Implementasi Sistem

Tahapan implementasi dilakukan di lingkungan Unity 3D versi 2022.3 (LTS) dengan bahasa pemrograman *C#*. Sistem ini diimplementasikan sebagai aplikasi desktop yang menampilkan rekomendasi gaya khat kaligrafi dalam bentuk teks dan gambar, berdasarkan preferensi pengguna. Sistem terdiri dari tiga komponen utama:

- **Input Data Pengguna** – Menyimpan rating atau preferensi pengguna terhadap beberapa gaya khat.
- *Engine Collaborative Filtering* – Menghitung kesamaan antar pengguna berdasarkan data JSON yang tersimpan.
- **Output Rekomendasi** – Menampilkan daftar gaya khat yang direkomendasikan beserta gambar perwakilannya.

Seluruh data pengguna dan skor disimpan dalam file JSON, yang berfungsi sebagai data repository lokal agar mudah diakses oleh Unity tanpa memerlukan koneksi ke *database* eksternal. Format JSON memuat daftar pengguna, nilai skor yang diperoleh, serta gaya khat yang telah atau sedang dipelajari. Cuplikan struktur data JSON dapat dilihat pada contoh berikut:

*Pseudocode 4.1* Struktur data JSON

```
{
  "dataFinalPlayer": [
    {
      "id": 1,
      "nama": "U1",
      "jenisKhat": "Naskhi",
      "skorAkhir": 75.0
    },
    {
```

```

        "id": 2,
        "nama": "U1",
        "jenisKhat": "Tsulus",
        "skorAkhir": 92.0
    },
    {
        "id": 3,
        "nama": "U1",
        "jenisKhat": "Diwani",
        "skorAkhir": 87.0
    },
    {
        "id": 4,
        "nama": "U2",
        "jenisKhat": "Tsulus",
        "skorAkhir": 81.0
    },
    {
        "id": 5,
        "nama": "U2",
        "jenisKhat": "Diwani",
        "skorAkhir": 78.0
    },
    ],
}

```

Data tersebut kemudian dibaca melalui skrip *C#* yang memanfaatkan *JsonUtility* bawaan Unity. Setiap kali pengguna menyelesaikan sesi latihan, nilai skor disimpan ke dalam file JSON dan sistem melakukan perhitungan untuk mencari kemiripan performa antar pengguna menggunakan pendekatan *Collaborative Filtering* berbasis skor. Perhitungan kesamaan pengguna dilakukan dengan metode *Cosine Similarity* menggunakan skrip *C#* di Unity.

Berikut contoh potongan kode utama:

*Pseudocode 4.2. Perhitungan Cosine Similarity*

```

BEGIN
    INPUT userA, userB

    SET commonKhat = daftar khat yang dimainkan A dan B
    IF commonKhat kosong THEN
        RETURN 0
    END IF

    SET vecA = list kosong
    SET vecB = list kosong

```



```

FOR setiap khat IN commonKhat DO
    SET skorA = skor userA pada khat
    SET skorB = skor userB pada khat
    TAMBAHKAN skorA ke vecA
    TAMBAHKAN skorB ke vecB
END FOR

// Hitung Cosine Similarity
SET dot = 0
SET magA = 0
SET magB = 0

FOR i = 1 sampai panjang vecA DO
    dot = dot + (vecA[i] × vecB[i])
    magA = magA + (vecA[i] × vecA[i])
    magB = magB + (vecB[i] × vecB[i])
END FOR

SET denominator = sqrt(magA) × sqrt(magB)
IF denominator = 0 THEN
    RETURN 0
END IF

SET similarity = dot / denominator
RETURN similarity
END

```

Pseudocode 4.2 menjelaskan proses perhitungan rekomendasi gaya khat. Proses dimulai dengan mengambil data seluruh pengguna dan semua jenis khat yang tersedia dalam sistem. Kemudian, sistem menghitung kemiripan antar pengguna berdasarkan skor yang mereka berikan untuk khat yang sama (common khat). Metode yang digunakan di sini mirip dengan *cosine similarity* berbasis rating, di mana perbedaan skor antar pengguna untuk setiap khat diubah menjadi nilai kemiripan antara 0 hingga 1: semakin kecil perbedaan skor, semakin tinggi kemiripannya. Setelah nilai kemiripan dihitung, untuk setiap khat yang belum dinilai oleh target pengguna, sistem menghitung prediksi skor dengan mengambil rata-rata berbobot (*weighted average*) dari skor pengguna lain yang memiliki kemiripan tinggi. Bobot yang digunakan adalah nilai kemiripan tersebut, sehingga skor dari pengguna yang lebih mirip memberikan kontribusi lebih besar terhadap

prediksi. Langkah terakhir adalah menyusun daftar rekomendasi berupa beberapa (misalnya tiga hingga lima) gaya khat dengan skor prediksi tertinggi yang kemudian ditampilkan ke pengguna sebagai rekomendasi. Dengan cara ini, sistem dapat memberikan saran yang relevan sesuai pola preferensi pengguna, meskipun mereka belum mencoba semua gaya khat.

## **4.2 Hasil Pengujian**

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi sesuai tujuan dan memberikan hasil rekomendasi yang relevan berdasarkan skor pengguna. Pengujian dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu pengujian fungsional sistem dan pengujian tingkat usability menggunakan metode *GUESS-18*.

### **4.2.1 Hasil Eksperimen Skenario A**

Eksperimen Skenario A dilakukan untuk menguji kemampuan sistem rekomendasi secara bertahap menggunakan data dummy. Skenario ini terdiri dari tiga tahap, yaitu A0, A1, dan A2, yang menggambarkan bagaimana kemampuan sistem meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah data. Setiap tahap diuji menggunakan metode *User-Based Collaborative Filtering* untuk menghasilkan rekomendasi gaya khat yang paling sesuai bagi pengguna.

Pada tahap A0, sistem belum memiliki data apa pun (0 data). Dengan kondisi ini, sistem tidak dapat melakukan proses perhitungan kemiripan maupun prediksi performa, sehingga belum mampu menghasilkan rekomendasi. Tahap ini menggambarkan kondisi cold-start problem, yaitu ketidakmampuan sistem rekomendasi ketika belum tersedia riwayat penilaian pengguna.

Pada tahap A1, setiap pemain telah menyelesaikan satu sesi latihan sehingga terkumpul 10 data. Pada tahap ini, sistem mulai dapat: menghitung *similarity* antar pengguna, mencari tetangga terdekat, menghasilkan prediksi skor, memberikan rekomendasi awal.

Tabel 4.1 Hasil eksperimen skenario A

Pemain	Naskhi	Tsulus	Diwani	Farisi	Riq'ah
U1	65.35			64.83	
U2		22.36			73.82
U3			47.84		66.28
U4		31.63		70.82	
U5	69				58.28

(ditunjukkan gambar yang dihasilkan *player*)

Pada tahap A1, sistem diuji menggunakan sepuluh data terakhir yang tersedia dalam dataset, di mana data paling akhir adalah entri dengan ID 10 yang berisi skor pemain U5 pada jenis khat Naskhi sebesar 69.0008. Penggunaan hanya sepuluh data ini menyebabkan informasi yang dimiliki setiap pemain menjadi sangat terbatas.

Pseudocode 4.3 Perhitungan kemiripan

```

BEGIN

  INPUT targetUserData, otherUserData

  SET commonKhat ← daftar jenis khat yang muncul pada
targetUserData dan otherUserData

  IF commonKhat kosong THEN
    RETURN 0
  ENDIF

  SET vecA ← list kosong
  SET vecB ← list kosong

  FOR setiap khat IN commonKhat DO
    SET skorA ← skorAkhir targetUserData pada khat
    SET skorB ← skorAkhir otherUserData pada khat

    UPDATE vecA tambah skorA
    UPDATE vecB tambah skorB
  END FOR

  SET dot ← 0
  SET magA ← 0
  SET magB ← 0

```

```

FOR i = 1 TO panjang(vecA) DO
    UPDATE dot ← dot + (vecA[i] * vecB[i])
    UPDATE magA ← magA + (vecA[i] * vecA[i])
    UPDATE magB ← magB + (vecB[i] * vecB[i])
END FOR

SET denominator ← sqrt(magA) * sqrt(magB)
IF denominator = 0 THEN
    RETURN 0
END IF

SET similarity ← dot / denominator

RETURN similarity

END

```

Pseudocode 4.3 menggambarkan proses perhitungan kemiripan menggunakan *cosine similarity* pada vektor skor yang terbentuk dari common khat antara dua pemain. Sehingga nilai kemiripan dihitung sebagai hasil pembagian dot product vektor dengan hasil kali magnitudo vektor (lihat Pseudocode 4.3). Nilai kemiripan tersebut kemudian dipakai sebagai bobot dalam rumus prediksi (Pseudocode 4.4) yang menggunakan rata-rata berbobot. Untuk memitigasi kasus sparsity, setiap prediksi juga menyertakan jumlah kontributor dan jumlah bobot yang digunakan; apabila tidak ada kontributor, sistem menerapkan fallback ke rata-rata global item.

Setelah algoritma pada Pseudocode 4.3 dijalankan, sistem menghitung nilai kemiripan antara pengguna baru U5 dengan pemain lain berdasarkan jenis khat yang sama—yakni hanya pada data A1 yang masih sangat terbatas. Menggunakan script di atas didapatkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kemiripan U5 terhadap masing-masing pengguna

Pemain	Khat Sama	Selisih	<i>Similarity</i>
U1	Naskhi	3.65	0.96
U2	Riq'ah	15.54	0.84

U3	Riq'ah	8	0.92
----	--------	---	------

Pada tahap ini, U5 memiliki dua skor yang dapat dibandingkan, yaitu pada khat Naskhi dan Riq'ah, sehingga kemiripan dapat dihitung dengan U1, U2, dan U3 yang masing-masing memiliki data pada dua khat tersebut. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa U1 memiliki kemiripan tertinggi dengan nilai *similarity* sebesar 0.96, karena selisih skor pada khat Naskhi relatif kecil, yaitu hanya 3.65. Selanjutnya, U3 memiliki *similarity* 0.92 dengan selisih skor 8 pada khat Riq'ah, sedangkan U2 memiliki nilai kemiripan paling rendah yaitu 0.84 karena perbedaan skor yang jauh lebih besar pada Riq'ah, yaitu 15.54.

Kemiripan ini kemudian digunakan sebagai bobot dalam proses prediksi nilai U5 untuk khat yang belum pernah dicoba. Semakin tinggi nilai kemiripan, semakin besar kontribusi pemain tersebut terhadap prediksi. Dengan kondisi ini, pemain yang paling berpengaruh dalam proses rekomendasi U5 adalah U1 dan U3, sehingga sistem dapat memberikan estimasi skor yang lebih dekat dengan pola preferensi keduanya. Hasil akhirnya menghasilkan tiga prediksi skor—Farisi, Diwani, dan Tsulus—di mana Farisi menjadi rekomendasi teratas karena memiliki nilai prediksi tertinggi. Dengan demikian, tabel kemiripan ini menunjukkan bagaimana kedekatan nilai antar pemain menjadi dasar utama dalam membentuk rekomendasi untuk U5.

#### *Pseudocode* 4.4 Prediksi skor dan rekomendasi

```

BEGIN

    INPUT similarityMap, allUserData, targetUserName, daftarKhat,
    jumlahRekomendasi

    SET predictedScores ← dictionary kosong
    SET khatYangSudahAda ← daftar khat yang sudah dimainkan
    targetUser

```

```

FOR setiap khat IN daftarKhat DO

    IF khat ada dalam khatYangSudahAda THEN
        CONTINUE
    ENDIF

    SET numerator  $\leftarrow$  0
    SET denominator  $\leftarrow$  0
    SET contributors  $\leftarrow$  0

    FOR setiap (namaUser, nilaiSimilarity) IN similarityMap
DO
        SET skor  $\leftarrow$  skor milik namaUser untuk khat

        IF skor tidak ada THEN
            CONTINUE
        ENDIF

        UPDATE numerator  $\leftarrow$  numerator + (nilaiSimilarity  $\times$ 
skor)
        UPDATE denominator  $\leftarrow$  denominator +
abs(nilaiSimilarity)
        UPDATE contributors  $\leftarrow$  contributors + 1

    END FOR

    IF denominator > 0 THEN
        SET prediksi  $\leftarrow$  numerator / denominator
        UPDATE predictedScores[khat]  $\leftarrow$  (prediksi,
contributors, denominator)
    ELSE
        SET fallback  $\leftarrow$  rata_rata_global_skor_item(khat)
        UPDATE predictedScores[khat]  $\leftarrow$  (fallback, 0, 0)
    ENDIF

END FOR

SET rekomendasi  $\leftarrow$  ambil jumlahRekomendasi tertinggi dari
predictedScores berdasarkan prediksi

RETURN rekomendasi

END

```

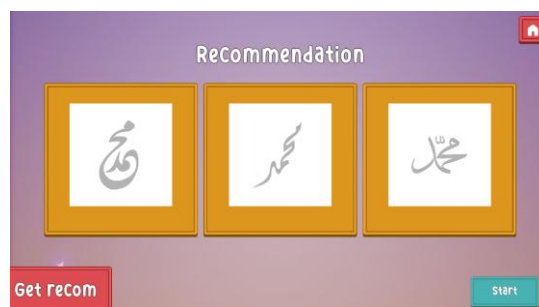
Setelah nilai kemiripan antar pemain dihitung, algoritma pada Pseudocode 4.4 digunakan untuk memprediksi skor pemain target pada jenis khat yang belum pernah dicoba. Sistem memeriksa setiap khat dalam dataset, mengabaikan khat

yang sudah dimainkan oleh pemain target. Untuk setiap khat baru tersebut, sistem menghitung nilai prediksi menggunakan rata-rata berbobot (weighted average) berdasarkan kemiripan antar pemain. Pemain yang memiliki kemiripan lebih tinggi memberikan pengaruh lebih besar dalam perhitungan skor prediksi. Semua hasil prediksi ditampilkan melalui *Debug.Log*, diurutkan dari yang tertinggi ke terendah untuk menghasilkan tiga rekomendasi teratas. Nilai ini kemudian menampilkan prediksi nilai dan urutan rekomendasi berdasarkan performa yang paling potensial bagi pemain target. Menggunakan script di atas didapatkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Prediksi nilai U5 untuk khat yang belum dicoba

<b>Khat</b>	<b>Prediksi</b>	<b>Peringkat</b>
Farisi	64.8	1
Diwani	47.8	2
Tsulul	22.4	3

Tabel 4.3 menunjukkan nilai dari setiap rekomendasi yang di prediksi. Kemudian prediksi tadi direpresentasikan dengan tiga buah gambar yang ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Prediksi skenario A1

Ketiga prediksi di atas merupakan prediksi akhir yang akan direkomendasikan kepada pemain. Pemain dapat memilih di antara ketiganya untuk

meningkatkan kepuasan diri serta mendapatkan skor yang lebih memuaskan kemudian.

Pada Skenario A2, sistem rekomendasi diuji kembali setelah pemain U5 memainkan satu jenis khat baru pada sesi lanjutan, yaitu khat Farisi. Berbeda dengan Skenario A1 yang masih mengandalkan data terbatas, tahap A2 mulai menambahkan riwayat performa terbaru pemain sehingga sistem dapat melakukan pembaruan prediksi secara lebih akurat. Penambahan data ini penting untuk melihat bagaimana perubahan skor pemain berdampak pada ketepatan prediksi serta kemampuan sistem menangani variasi performa pengguna. Dengan bertambahnya data permainan, diharapkan sistem mampu memberikan rekomendasi yang lebih stabil dan mencerminkan kecenderungan performa pemain secara aktual.

Tabel 4.4 Data nilai terakhir skenario A2

Pemain	Naskhi	Tsulus	Diwani	Farisi	Riq'ah
U1	65.35	45.24	50.73	64.83	
U2	30.29	22.36	42.09		73.82
U3	25.25		20.27		66.28
U4	66.83	35.24		70.82	
U5	69.00		43.27	33.32	58.28

Tabel ini menyajikan nilai terakhir yang diperoleh masing-masing pemain untuk setiap jenis khat. Setelah U5 menyelesaikan permainan dan mendapatkan Skor akhir 33.32, sistem mendapatkan data performa terbaru dan merekomendasikan jenis khat baru.

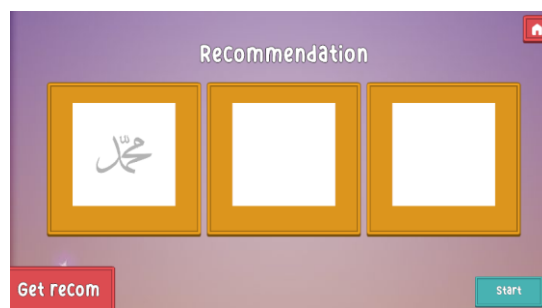
Tabel 4.5 Prediksi nilai U5 untuk skenario A2

Khat	Prediksi	Peringkat
Tsulus	33.3	1

Tabel tersebut menunjukkan satu rekomendasi utama yang dihasilkan sistem untuk U5 pada Skenario A2, yaitu khat Tsulus dengan nilai prediksi 33.3. Nilai



prediksi ini menjadi satu-satunya rekomendasi karena Tsulus merupakan satu-satunya gaya khat yang belum pernah dimainkan U5 pada seluruh riwayat permainan (A1 dan A2). Setelah proses perhitungan kemiripan antar pemain dilakukan, sistem memperkirakan bahwa performa U5 pada khat Tsulus akan berada di sekitar angka 33.3. Rekomendasi ini juga menunjukkan bahwa sistem dapat menyesuaikan prioritasnya berdasarkan data terbaru: semakin banyak jenis khat yang sudah dimainkan pemain, semakin sedikit jumlah rekomendasi yang tersisa, dan prediksi menjadi lebih spesifik pada khat yang benar-benar belum dicoba. Hasil rekomendasi dapat dilihat pada gambar 4.2.



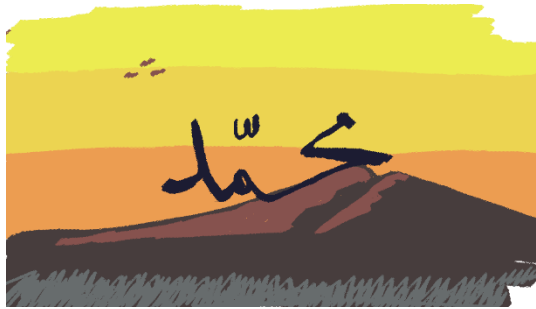
Gambar 4.2 Prediksi skenario A2

#### 4.2.2 Hasil Eksperimen Skenario B

Skenario B merupakan pengujian lanjutan dengan jumlah pemain yang meningkat menjadi 10 pemain. Setiap pemain memiliki dua sesi permainan, sehingga total terdapat 40 baris data terakhir yang digunakan sebagai dasar perhitungan. Dengan jumlah data yang lebih banyak, sistem rekomendasi diharapkan menghasilkan nilai prediksi yang lebih stabil, kemiripan antar pengguna yang lebih representatif.

Pada skenario ini, pemain U11 digunakan sebagai pengguna yang akan menerima rekomendasi. Berdasarkan data, U11 memiliki nilai pada dua jenis khat,

yaitu Naskhi. Oleh karena itu, sistem harus memprediksi empat jenis khat yang belum pernah dimainkan oleh U11, yaitu Tsulus, Diwani, Farisi, dan Riq'ah (serta tetap menghitung prediksi Naskhi sebagai pembanding walaupun sudah dimainkan). Berikut ini merupakan ilustrasi yang telah dilakukan pemain U11 pada saat pertama kali bermain.



Gambar 4.3 Hasil ilustrasi pemain U11

Dari gambar 4.3, sistem mengakumulasi nilai dari kerapian, hiasan background, dan waktu bermain. Sehingga skor akhir yang didapatkan U11 ditunjukkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data nilai terakhir skenario B

Pemain	Naskhi	Tsulus	Diwani	Farisi	Riq'ah
U1	20.46	45.24	50.73	64.83	41.35
U2	66.97	22.36	42.09		40.14
U3	25.25		20.27		57.35
U4	66.83	22.15	63.05	70.82	
U5	54.14		43.27	33.32	58.28
U6		61.02	58.44		
U7					52.05
U8		65.67			47.24
U9	59.55				
U10		62.63	53.13		
U11	16.91				

Tabel 4.6 menunjukkan nilai terakhir setiap pemain untuk lima jenis khat. Nilai yang digunakan adalah nilai terbaru untuk setiap pemain dan setiap jenis khat, sehingga tabel ini memadukan seluruh data historis dari skenario A dan B. Jika

pemain tidak memiliki nilai pada jenis khat tertentu, sel tersebut dikosongkan. U11 tercatat memiliki nilai pada dua jenis khat yaitu Naskhi, sehingga khat tersebut digunakan sebagai dasar perhitungan kemiripan pengguna.

Perhitungan *similarity* dilakukan hanya pada khat yang sama antara U11 dan pemain lain. Karena U11 memiliki nilai pada Naskhi, maka *similarity* dihitung berdasarkan khat tersebut.

Tabel 4.7 Perhitungan kemiripan U11 terhadap pemain lain

Pemain	Khat Sama	<i>Similarity</i> Rata-rata
U1	Naskhi	0.52
U2	Naskhi	0.87
U3	Naskhi	0.92
U4	Naskhi	0.50
U5	Naskhi	0.48
U9	Naskhi	0.68

Pada tabel 4.7 terlihat bahwa pemain U3 memiliki nilai *similarity* rata-rata tertinggi terhadap U11, yaitu 0.92 pada khat Naskhi. Nilai *similarity* yang tinggi ini menunjukkan bahwa pola performa U3 pada khat tersebut sangat mendekati pola U11. Pemain U2 juga memiliki *similarity* yang tinggi (0.87).

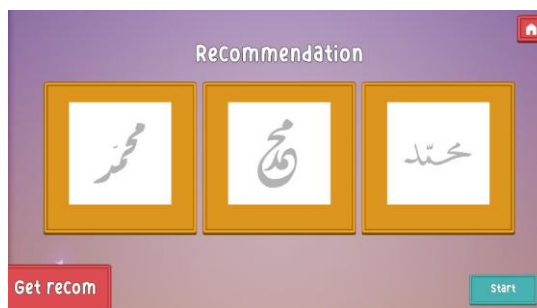
Sebaliknya, nilai *similarity* pada pemain U4 dan U5 relatif lebih rendah (0.50 dan 0.48). Hal ini disebabkan selisih skor yang lebih besar pada khat-khat yang sama, sehingga bobot kontribusi mereka terhadap prediksi skor menjadi lebih kecil. Nilai *similarity* pada tabel ini berfungsi sebagai bobot yang menentukan seberapa besar pengaruh masing-masing pemain dalam memperkirakan nilai khat yang belum pernah dicoba oleh U11. Setelah nilai tersebut didapatkan, maka sistem akan merekomendasikan tiga jenis khat yang ditunjukkan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Prediksi Skor untuk U11

Jenis Khat	Prediksi	Ranking
Riq'ah	59.9	1

Jenis Khat	Prediksi	Ranking
Farisi	56.3	2
Diwani	49.4	3

Hasil prediksi pada tabel 4.8 menunjukkan bahwa jenis khat Riq'ah memperoleh nilai prediksi paling tinggi untuk U11, yaitu 59.9. Jenis khat Farisi mendapatkan nilai prediksi 56.3, menempatkannya pada peringkat kedua. Di sisi lain, jenis khat Diwani mendapatkan nilai prediksi yang lebih rendah, yaitu 49.4. Nilai yang lebih kecil ini disebabkan karena perhitungan bobotnya lebih banyak berasal dari pemain dengan *similarity* yang tidak setinggi pemain-pemain utama pada khat lainnya. Dengan demikian, kontribusinya terhadap prediksi menjadi lebih kecil. Perbedaan nilai prediksi ini memungkinkan sistem untuk menghasilkan rekomendasi yang lebih tepat, dengan memilih khat yang secara statistik paling relevan dengan kecenderungan performa U11. Hasil ini divisualisasikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Prediksi skenario U11 percobaan pertama

Kemudian pemain U11 mencoba kembali untuk bermain dengan menggunakan khat yang direkomendasikan oleh sistem yaitu Riq'ah sehingga menghasilkan ilustrasi pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hasil ilustrasi pemain U11 percobaan kedua

Setelah proses menggambar selesai, skor yang dihasilkan pemain ternyata adalah 36.01. Sehingga rekomendasi selanjutnya ia akan menggunakan khat Riq'ah sebagai pembanding. Kemudian didapatkan hasil pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perhitungan kemiripan U11 percobaan kedua

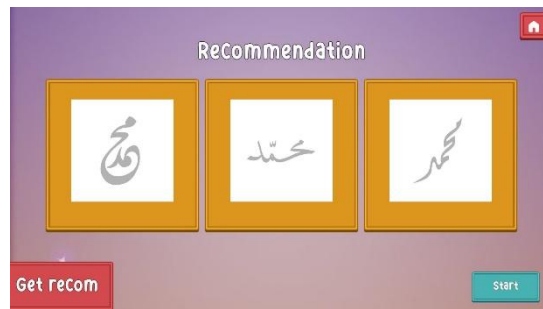
<b>Pemain</b>	<b>Khat Sama</b>	<b><i>Similarity</i> Rata-rata</b>
U1	Riq'ah	0.95
U2	Riq'ah	0.62
U3	Riq'ah	0.70
U5	Riq'ah	0.78
U7	Riq'ah	0.94
U8	Riq'ah	0.89

terlihat bahwa pemain U1 memiliki nilai *similarity* rata-rata tertinggi terhadap U11, pada khat Riq'ah. Kemudian dihitung sehingga menghasilkan rekomendasi pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Prediksi Skor untuk U11 percobaan kedua

<b>Jenis Khat</b>	<b>Prediksi</b>	<b>Ranking</b>
Farisi	49.1	1
Naskhi	47.5	2
Diwani	46.0	3

Hasil rekomendasi menghasilkan khat Farisi sebagai rekomendasi tertinggi dengan nilai 49.1. Kemudian ditampilkan pada antarmuka rekomendasi pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Prediksi skenario U11 percobaan kedua

Hasil ini menunjukkan bahwa rekomendasi yang dihasilkan sistem sepenuhnya bergantung pada nilai *similarity* berbasis skor performa antar pemain, dan bukan pada kemiripan bentuk huruf atau gaya penulisan dari ilustrasi pengguna. Dengan demikian, sistem rekomendasi hanya memanfaatkan pola hubungan numerik antara pemain yang memiliki riwayat nilai pada khat yang sama. Semakin kecil selisih skor antara U11 dan pemain-pemain lain pada khat yang sama, maka semakin besar nilai *similarity* yang diperoleh, dan semakin besar pula bobot kontribusi pemain tersebut dalam proses prediksi.

Selain itu, perubahan jenis khat yang direkomendasikan pada percobaan pertama dan kedua menunjukkan bahwa sistem bersifat adaptif. Setelah U11 mencoba khat yang direkomendasikan (Riq'ah) dan menghasilkan skor baru (36.01), pola *similarity* berubah karena nilai pada khat Riq'ah kini ikut menjadi dasar pembandingan. Perubahan ini menyebabkan bobot *similarity* antar pengguna turut berubah, sehingga hasil prediksi pada percobaan kedua berbeda dengan percobaan sebelumnya. Hal ini menegaskan bahwa sistem mampu memperbarui rekomendasi secara dinamis berdasarkan pengalaman terbaru pengguna.

### 4.2.3 Pengujian *Usability*

Selain uji fungsional, dilakukan pengujian usability menggunakan. Pengujian ini melibatkan 10 responden dengan latar belakang pelajar dan mahasiswa yang memiliki ketertarikan pada seni kaligrafi Arab dan telah mencoba aplikasi ditunjukkan pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Demografi responden

Karakteristik Demografis	Kategori	Jumlah Responden (N)	Persentase (%)
Umur	Dewasa (di atas 17 tahun)	6	60%
	Remaja (12 - 17 tahun)	1	10%
	Anak (di bawah 12 tahun)	3	30%
Pengalaman bermain	Pernah	9	90%
	Tidak Pernah	1	10%
Platform bermain	<i>Smartphone</i>	7	70%
	Komputer / Laptop	3	30%
Lama pengalaman bermain	Lebih dari 3 bulan	7	70%
	1 sampai 3 bulan	2	20%
	Kurang dari 1 bulan	1	10%
Durasi sekali bermain	Lebih dari 6 jam	0	0%
	3 sampai 6 jam	3	30%
	Kurang dari 3 jam	7	70%
Frekuensi bermain	Setiap hari	4	40%
	2 sampai 3 kali seminggu	4	40%
	1 kali seminggu	1	10%
	Tidak bermain	1	10%

Dari 10 responden, mayoritas berusia dewasa dan memiliki pengalaman bermain sebelumnya. Sebagian besar menggunakan *smartphone* untuk bermain *game* dan telah bermain lebih dari 3 bulan, dengan durasi bermain biasanya kurang dari 3 jam per sesi. Frekuensi bermain beragam, namun mayoritas bermain hampir

setiap hari atau 2–3 kali seminggu. Data ini menunjukkan bahwa responden cukup familiar dengan *game* dan perangkat yang digunakan, sehingga dapat memberikan masukan evaluasi *GUESS-18* yang valid terhadap pengalaman bermain. Rata-rata skor tiap konstruk disajikan pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.12 Evaluasi *GUESS-18*

Responden	Usability	Narratives	Play Engrossment	Enjoyment	Creative Freedom	Audio Aesthetics	Personal Gratification	Social Connectivity	Visual Aesthetics
R1	5.5	2.5	4	6.5	7	5.5	7	3	6.5
R2	6.5	2.5	5	6	7	5.5	7	4.5	6.5
R3	6	3	3.5	6.5	7	6	7	4.5	7
R4	7	3	4	6.5	7	5.5	7	4	6.5
R5	6.5	3	4.5	6.5	7	6	7	3	7
R6	6	2.5	3.5	5	6.5	6	6.5	3	5.5
R7	6.5	2.5	4.5	5.5	7	6	7	4	6.5
R8	5.5	3	3	5.5	7	6	7	3.5	6.5
R9	7	2.5	4.5	5	7	6	7	4.5	7
R10	7	1.5	4.5	5.5	6.5	6.5	7	4.5	7
Rata-rata	5.86	2.55	4.00	5.68	6.73	5.91	6.95	4.23	6.82

Hasil evaluasi *GUESS-18* dari 10 responden menunjukkan bahwa sistem game “Try Calligraphy” memperoleh skor tinggi pada sebagian besar konstruk, terutama pada *Personal Gratification* (6.95), *Visual Aesthetics* (6.82), dan *Creative Freedom* (6.73). Hal ini menandakan bahwa pemain merasa puas terhadap pencapaian pribadi, menilai tampilan visual game sangat menarik, serta merasa bebas dan kreatif saat bermain. Konstruk dengan skor sedikit lebih rendah adalah *Narratives* (2.55) dan *Social Connectivity* (4.23), yang mengindikasikan bahwa aspek alur cerita dan interaksi sosial dalam game belum terlalu menonjol atau masih perlu ditingkatkan.



### 4.3 Analisis Hasil

Berdasarkan rekapitulasi hasil rekomendasi dan pilihan khat yang diambil pemain pada sesi permainan berikutnya, sistem menunjukkan dua pola akurasi yang berbeda: akurasi kecocokan langsung (*direct match*) dan akurasi kecocokan visual (*visual match*). Direct match terjadi ketika pemain memilih tepat salah satu khat yang direkomendasikan sistem, sedangkan *Visual match* muncul ketika pemain memilih khat yang tidak direkomendasikan secara langsung, tetapi memiliki kedekatan bentuk dengan khat yang direkomendasikan. Kedekatan ini merujuk pada pasangan visual yang mirip, seperti Naskhi dengan Tsulus dan Diwani dengan Riq'ah, yang umumnya memiliki karakter goresan dan struktur huruf yang mirip sehingga dianggap berdekatan secara estetika dan kesulitan teknis. Proses analisis tersebut menghasilkan data rekapitulasi yang disimpan pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Tabel rekapitulasi rekomendasi

Pemain	Permainan Terakhir	Rekomendasi Sistem	Pilihan Setelannya	Cocok Direct	Cocok Visual
U1	Naskhi	Riq'ah	Diwani	Tidak	Ya
U2	Tsulus	Farisi, Naskhi	Naskhi	Ya	Ya
U3	Diwani	Farisi	Diwani	Tidak	Tidak
U4	Riq'ah	Riq'ah, Naskhi, Diwani	Naskhi	Ya	Ya
U5	Farisi	Farisi, Tsulus	Farisi	Ya	Ya
U1	Diwani	Riq'ah	Diwani	Tidak	Ya
U2	Naskhi	Farisi	Naskhi	Tidak	Tidak
U3	Tsulus	Farisi, Tsulus	Diwani	Tidak	Tidak
U4	Naskhi	Riq'ah, Diwani	Naskhi	Tidak	Tidak
U5	Diwani	Tsulus	Farisi	Tidak	Tidak
U6	Naskhi	Naskhi, Tsulus	Diwani	Tidak	Tidak
U7	Farisi	Diwani, Naskhi, Farisi	Riq'ah	Tidak	Ya
U8	Riq'ah	Riq'ah, Farisi,	Tsulus	Tidak	Ya

		Naskhi			
U9	Farisi	Riq'ah, Farisi, Diwani	Naskhi	Tidak	Tidak
U10	Naskhi	Riq'ah, Farisi, Naskhi	Diwani	Tidak	Ya
U1	—	—	Riq'ah	—	—
U2	Farisi	Farisi	Naskhi	Tidak	Tidak
U3	Naskhi	Farisi, Tsulus	Riq'ah	Tidak	Tidak
U4	Riq'ah	Riq'ah	Diwani	Tidak	Ya
U5	Tsulus	Tsulus	Naskhi	Tidak	Ya
U6	Farisi	Riq'ah, Farisi, Naskhi	Tsulus	Tidak	Ya
U7	Diwani	Farisi, Naskhi, Diwani	Riq'ah	Tidak	Ya
U8	Naskhi	Farisi, Naskhi, Diwani	Riq'ah	Tidak	Ya
U9	Diwani	Riq'ah, Farisi, Diwani	Naskhi	Ya	—
U10	Farisi	Riq'ah, Farisi, Naskhi	Tsulus	Tidak	Ya
U10	Tsulus	Riq'ah, Naskhi	Farisi	Tidak	Tidak
U11	Diwani	Farisi, Diwani, Tsulus	Naskhi	Tidak	Tidak
U11	Naskhi	Farisi, Naskhi, Diwani	Riq'ah	Tidak	Ya

Tabel 4.13 menyajikan total 28 percobaan rekomendasi pada 11 pemain, dengan mencatat hubungan antara rekomendasi sistem dan pilihan khat yang dipilih pemain pada permainan berikutnya. Setiap percobaan menandai apakah pemain mengikuti rekomendasi secara langsung (direct match) atau memilih khat dengan kesamaan visual terhadap rekomendasi (visual match). diperoleh bahwa 9 percobaan (32%) memenuhi direct match, di mana pemain memilih tepat salah satu khat yang direkomendasikan sistem. Selain itu, terdapat 13 percobaan (46%) yang memenuhi visual match, yaitu pemain memilih khat yang tidak direkomendasikan

secara eksplisit, namun memiliki kedekatan bentuk dengan rekomendasi sistem. Sisanya, 6 percobaan (21%) tidak menunjukkan kecocokan baik secara langsung maupun secara visual, mencerminkan bahwa keputusan pemain dalam memilih khat tidak selalu sepenuhnya mencerminkan prediksi sistem ataupun pola transisi visual.

Beberapa hasil menarik terlihat pada kasus pemain yang memilih khat dengan kesamaan bentuk dengan khat sebelumnya, meskipun tidak muncul sebagai rekomendasi tertinggi. Misalnya, U1 pada permainan terakhir memilih Diwani meskipun sistem merekomendasikan Riq'ah. Secara visual, Diwani memiliki karakteristik serupa dengan Riq'ah sehingga pemain tetap cenderung nyaman menulis. Hal serupa terlihat pada U3, yang lebih memilih khat yang memiliki kedekatan visual atau tingkat kesulitan serupa dengan permainan sebelumnya. Fenomena ini menunjukkan adanya kecenderungan pemain untuk mempertahankan konsistensi bentuk dan gaya tulis, yang memengaruhi keputusan mereka meskipun rekomendasi sistem menampilkan nilai prediksi tertinggi pada khat lain.

Implikasi dari temuan ini adalah bahwa model rekomendasi berbasis User-Based Collaborative Filtering (UBCF) belum sepenuhnya mampu menangkap preferensi visual pemain karena model hanya mempertimbangkan kemiripan berdasarkan skor performa. Kegagalan direct match sebagian besar terjadi bukan karena salah prediksi, melainkan karena preferensi pemain lebih dipengaruhi oleh kontinuitas visual dan kesamaan gaya tulis dibanding nilai prediksi performa tertinggi. Oleh karena itu, pengembangan model di tahap berikutnya perlu mengintegrasikan informasi kesamaan visual antar khat sebagai fitur tambahan,

sehingga rekomendasi tidak hanya akurat secara numerik tetapi juga mampu mengikuti pola transisi alami pemain dalam belajar kaligrafi Arab.

#### 4.4 Integrasi Perspektif Al-Qur'an

Dalam Islam, perintah *Iqra* (bacalah) sering menjadi sorotan utama, padahal aktivitas menulis juga memiliki kedudukan yang sangat penting dalam membentuk peradaban Islam. Jika kita menelusuri lebih dalam, membaca dan menulis adalah dua sisi dari satu mata uang. Membaca membuka wawasan, sementara menulis mengabadikannya. Dalam konteks wahyu pertama, *iqra* bukan sekadar ajakan untuk membaca teks tertulis, melainkan juga membaca tanda-tanda kebesaran Allah di alam semesta. Namun, pesan itu kemudian berkembang: agar ilmu tidak hilang, ia harus ditulis dan diwariskan. Al-Qur'an sendiri berulang kali menegaskan pentingnya aktivitas menulis. Dalam surah Al-Qalam ayat 1-7:

ن وَالْقَلَمِ وَمَا يَسْطُرُونَ ﴿١﴾ مَا أَنْتَ بِنِعْمَةِ رَبِّكَ بِمَجْنُونٍ ﴿٢﴾ وَإِنَّ لَكَ لَأَجْرًا غَيْرَ مَمْنُونٍ ﴿٣﴾ وَإِنَّكَ لَعَلَىٰ خُلُقٍ عَظِيمٍ ﴿٤﴾ فَسَتُبْصِرُ وَيُبْصِرُونَ ﴿٥﴾ بِأَيِّكُمْ الْمُهْتَدُونَ ﴿٦﴾ إِنَّ رَبَّكَ هُوَ أَعْلَمُ بِمَنْ ضَلَّٰ عَنْ سَبِيلِهِ ۖ وَهُوَ أَعْلَمُ بِالْمُهْتَدِينَ ﴿٧﴾

"Nūn. Demi pena dan apa yang mereka tuliskan, berkat karunia Tuhanmu engkau (Nabi Muhammad) bukanlah orang gila. Sesungguhnya bagi engkaulah pahala yang tidak putus-putus. Sesungguhnya engkau benar-benar berbudi pekerti yang agung. Kelak engkau akan melihat dan mereka (orang-orang kafir) pun akan melihat, siapa di antara kamu yang gila? Sesungguhnya Tuhanmulah yang paling mengetahui siapa yang sesat dari jalan-Nya. Dialah yang paling mengetahui siapa orang yang mendapat petunjuk." (Q.S. Al-Qalam ayat 1-7)

Sumpah dengan "pena" (*qalam*) ini menunjukkan betapa mulianya aktivitas menulis dalam pandangan Allah SWT. Dalam suatu pendapat yang disebutkan Imam Abu Ja'far ibnu Jarir, dari Ibnu Abbas yang mengatakan bahwa *Al-Qalam* adalah yang pertama-tama diciptakan Allah SWT. *Qalam* mencatat semua yang

terjadi sejak hari pertama sampai hari kiamat. Melalui Qalam Allah SWT. mengingatkan kepada seluruh makhluknya agar selalu mensyukuri nikmat yang diberikan termasuk dengan kenikmatan untuk mengetahui ilmu pengetahuan melalui tulisan (Bahreisy, 2018). Tulisan menjadi sarana untuk menjaga ilmu, menyebarkan hikmah, dan memperkuat daya ingat kolektif umat manusia. Bahkan dalam sejarah Islam, peradaban Islam tumbuh pesat karena budaya tulis-menulis yang kuat mulai dari penyalinan mushaf, dokumentasi hadis, hingga karya ilmiah para ulama di berbagai bidang.

Ketika kita kaitkan dengan seni kaligrafi Islam, menulis tidak lagi hanya berfungsi praktis, tetapi juga menjadi ibadah dan ekspresi spiritual. Setiap goresan huruf bukan sekadar estetika, melainkan bentuk dzikir berbentuk visual yang memuliakan firman Allah SWT. Menulis, terutama dalam konteks kaligrafi adalah bentuk penghormatan dan penghayatan terhadap wahyu. Maka, jika membaca (*iqra*) adalah jalan untuk menyerap hikmah, menulis adalah cara untuk menyebarkannya dan mengabadikannya. Keduanya saling melengkapi: membaca menumbuhkan pemahaman, menulis meneguhkan pemaknaan. Dalam dunia pendidikan modern melalui *serious game* yang mengajarkan kaligrafi keseimbangan antara membaca dan menulis bisa dihadirkan dalam bentuk interaktif, agar generasi muda tidak hanya memahami makna ayat, tetapi juga belajar menghormati dan menulisnya dengan indah.

Sehubungan dengan hal di atas, Ada berbagai cara yang dapat dilaksanakan untuk mewujudkan tanggung jawab sebagai hamba Allah yang mengamalkan al-

Qalam dan beberapa hal tersebut melalui *Muamalah Ma'a Allah* dan *Muamalah Ma'a Nas*.

a. *Muamalah Ma'a Allah*

Pendidikan islam mengajarkan pada manusia untuk mengubah sikap dan perilaku individu dan sekelompok orang melalui pengajaran kehidupan. Ajaran tersebut bersumber dari Al-Quran yang diwahyukan kepada Nabi Muhammad SAW. Proses pendidikan ini berupa ketaatan untuk senantiasa berbuat baik dan berusaha beribadah kepada Allah SWT. Untuk menumbuhkan ketaatan, potensi, kecerdasan, keterampilan dan tanggung jawab yang ada di dalam diri, dapat menggunakan karya seni untuk pembelajaran termasuk kaligrafi(Lestari et al., 2021). *Muamalah Ma'a Allah* ini melibatkan hubungan antara manusia dengan Allah seperti hubungan ibadah dan ketaatan. Hal ini sejalan dengan firman Allah pada Q.S. An-Nisa Ayat 59.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا أَطِيعُوا اللَّهَ وَأَطِيعُوا الرَّسُولَ وَأُولِيَ الْأَمْرِ مِنْكُمْ فَإِنْ تَنَازَعْتُمْ فِي شَيْءٍ فَرُدُّوهُ إِلَى اللَّهِ وَالرَّسُولِ إِنْ كُنْتُمْ تُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَالْيَوْمِ الْآخِرِ ذَلِكَ خَيْرٌ وَأَحْسَنُ تَأْوِيلًا ۝٥٩

“Wahai orang-orang yang beriman, taatilah Allah dan taatilah Rasul (Nabi Muhammad) serta ululamri (pemegang kekuasaan) di antara kamu. Jika kamu berbeda pendapat tentang sesuatu, kembalikanlah kepada Allah (Al-Qur'an) dan Rasul (sunahnya) jika kamu beriman kepada Allah dan hari Akhir. Yang demikian itu lebih baik (bagimu) dan lebih bagus akibatnya (di dunia dan di akhirat)”( Q.S. An-Nisa Ayat 59).

Sejatinya ketaatan itu hanya dalam kebaikan. Bagi seorang muslim tunduk dan patuh atas perintah diperbolehkan selama perintah itu bukanlah perintah untuk bermaksiat. Menaati Allah SWT. berarti mengikuti ajaran Al-Quran dan menaati Rasul-Nya(Al-Sheikh, 2001). Kesimpulannya, taat kepada Allah dan Rasul berarti

juga menulis dan mengamalkan ilmu sesuai perintah wahyu sehingga menjadi ibadah jika diniatkan untuk menyebarkan kebenaran.

b. *Muamalah Ma'a Nas*

Hubungan antarsesama manusia (muamalah ma'a an-nas) dalam Islam tidak terlepas dari prinsip kerja sama, tolong-menolong, dan saling menghormati dalam kebaikan. Hal ini sejalan dengan firman Allah Swt. dalam Q.S. Al-Ma'idah ayat 2.

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ ﴿٢﴾

*"Tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan permusuhan. Bertakwalah kepada Allah, sesungguhnya Allah sangat berat siksaan-Nya."*(Q.S. Al-Ma'idah ayat 2)

Menurut Tafsir Ibnu Katsir, ayat ini turun dalam konteks peringatan kepada kaum Muslim agar menjaga kesucian syiar-syiar Allah dan menjauhi segala bentuk pelanggaran yang dapat menodai kehormatan agama. Allah memerintahkan hamba-hamba-Nya untuk saling bekerja sama dalam kebaikan (*al-birr*), yaitu segala perbuatan yang mendekatkan diri kepada Allah seperti menolong sesama, menegakkan keadilan, menulis ilmu, atau menjaga amanah. Sementara itu, *at-taqwa* berarti menjauhi hal-hal yang dilarang Allah, termasuk kezaliman, permusuhan, dan pengkhianatan terhadap sesama (*Tafsir Ibnu Katsir*, n.d.).

Ibnu Katsir menafsirkan bahwa perintah *ta'awun 'ala al-birr wa at-taqwa* mencakup seluruh bentuk kolaborasi yang membawa manfaat bagi umat, baik dalam urusan ibadah maupun sosial. Tolong-menolong di sini tidak terbatas pada bantuan fisik, tetapi juga mencakup kerja sama dalam menyebarkan ilmu, saling

menasehati dalam kebenaran, serta menjaga komitmen terhadap janji dan perjanjian (*al-‘uqud*).



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Sistem rekomendasi pada game “Try Calligraphy” berhasil dibangun menggunakan metode *User-Based Collaborative Filtering* (UBCF) dengan memanfaatkan data performa pemain sebagai dasar analisis. Sistem ini dirancang untuk menjawab pertanyaan penelitian, yaitu bagaimana menghasilkan sistem rekomendasi jenis khat kaligrafi pada game “Try Calligraphy” menggunakan Collaborative Filtering berbasis performa pemain. Proses pembangunan sistem dilakukan melalui beberapa tahap utama. Pertama, pengumpulan dan normalisasi skor performa pemain yang diperoleh dari kerapian tulisan, hiasan background, dan waktu bermain. Kedua, perhitungan tingkat kemiripan antar pemain menggunakan nilai pada khat yang sama. Ketiga, prediksi skor untuk khat yang belum pernah dicoba dengan menggunakan pembobotan nilai similarity. Hasil prediksi digunakan untuk menghasilkan tiga rekomendasi khat dengan nilai tertinggi untuk setiap pemain.

Evaluasi terhadap 28 percobaan pada 11 pemain 32% percobaan yang menunjukkan *direct match*, menandakan bahwa sebagian kecil pemain benar-benar memilih khat yang direkomendasikan sistem secara eksplisit. Namun, 46% percobaan menunjukkan *visual match*, di mana pemain memilih khat yang tidak direkomendasikan tetapi memiliki kemiripan bentuk atau tingkat kesulitan dengan rekomendasi. Hasil ini menegaskan adanya kecenderungan pemain untuk memilih khat dengan kemiripan bentuk atau gaya tulis dengan permainan sebelumnya,

meskipun skor prediksi tertinggi tidak muncul sebagai rekomendasi utama.

Temuan ini memiliki implikasi bahwa metode UBCF berbasis performa numerik efektif dalam memberikan rekomendasi, namun model dapat ditingkatkan dengan mempertimbangkan pola transisi visual antar khat. Dengan memasukkan faktor kesamaan visual dan tingkat kesulitan, sistem rekomendasi diharapkan lebih selaras dengan kecenderungan alami pemain dalam mempertahankan konsistensi gaya tulis. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil menjawab rumusan masalah, menunjukkan bahwa sistem UBCF mampu menghasilkan rekomendasi jenis khat kaligrafi secara adaptif, stabil, dan personalisasi, sambil memberikan wawasan penting terkait perilaku pemilihan khat pemain dalam game.

## 5.2 Saran

Sebagai pengembangan lanjutan, disarankan agar penilaian skor performa dalam game tidak hanya mengandalkan interaksi dengan cek poin atau perubahan warna, tetapi juga memperhitungkan keindahan tulisan secara objektif. Hal ini dapat dicapai dengan penerapan teknologi *artificial intelligence* yang mampu memindai dan mengevaluasi apakah setiap huruf dan gaya khat sesuai dengan aturan kaligrafi, serta menilai apakah kombinasi warna yang digunakan estetik dan harmonis. Dengan pendekatan ini, sistem rekomendasi tidak hanya meningkatkan performa pengguna berdasarkan interaksi mekanis, tetapi juga mendorong pengembangan keterampilan kaligrafi yang lebih akurat dan artistik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, G., & Jamaluddin, R. (2022). Cahaya Pena Khath Al-Qur'an. <https://medium.com/@Arifwicaksanaa/Pengertian-Use-Case-a7e576e1b6bf>
- Al-Sheikh, A. Bin M. Bin A. Bin I. (2001). Tafsir Ibnu Katsir 2.4. In 2.
- Alpianti Manurung, S., & Wiguna, A. (2023). Calligraphy Business In Islamic Economic Review At An-Nida Calligraphy House Medan North Sumatra. *Jurnal Eduslamic*, 1(1). <https://doi.org/10.59548/Jed.V1i1.45>
- Arif, Y. M., Harini, S., Nugroho, S. M. S., & Hariadi, M. (2021). An Automatic Scenario Control In Serious Game To Visualize Tourism Destinations Recommendation. *IEEE Access*, 9, 89941–89957. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3091425>
- Arif, Y. M., Nurhayati, H., Karami, A. F., Nugroho, F., Kurniawan, F., Rasyid, H. A., Aini, Q., Diah, N. M., & Garcia, M. B. (2023). An Artificial Neural Network-Based Finite State Machine For Adaptive Scenario Selection In Serious Game. *International Journal Of Intelligent Engineering And Systems*, 16(5), 488–500. <https://doi.org/10.22266/Ijies2023.1031.42>
- Arif, Y. M., Nurhayati, H., Nugroho, S. M. S., & Hariadi, M. (2022). Destinations Ratings Based Multi-Criteria Recommender System For Indonesian Halal Tourism Game. *International Journal Of Intelligent Engineering And Systems*, 15(1), 282–294.
- Bagus Sanjaya, M. (2023). Sejarah Ilmu Kaligrafi Dalam Islam Dan Perkembangannya. *Shaf: Jurnal Sejarah, Pemikiran, Dan Tasawuf*, 1(1). <https://doi.org/10.59548/Js.V1i1.57>
- Bahreisy, H. S. (2018). TAFSIR IBNU KATSIR Jilid 4 Al Qalam.
- Bakri, B., & Abdullah, R. (2021). Wooden Sculpture Inspired Islamic Calligraphy Character As To Show Dynamism, Interlocking, Cultural Symbol In Public Space. *International Journal Of Academic Research In Business And Social Sciences*, 11(9). <https://doi.org/10.6007/Ijarbss/V11-I9/11034>
- Bonnardel, V., Beniwal, S., Dubey, N., Pande, M., & Bimler, D. (2018). Gender Difference In Color Preference Across Cultures: An Archetypal Pattern Modulated By A Female Cultural Stereotype. *Color Research And Application*, 43(2), 209–223. <https://doi.org/10.1002/Col.22188>
- Bontchev, B., Antonova, A., & Dankov, Y. (2020). Educational Video Game Design Using Personalized Learning Scenarios. *Lecture Notes In Computer Science (Including Subseries Lecture Notes In Artificial Intelligence And Lecture Notes In Bioinformatics)*, 12254 LNCS, 829–845. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58817-5\\_59](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58817-5_59)
- Bontchev, B. P., Terzieva, V., & Paunova-Hubenova, E. (2020). Personalization Of Serious Games For Learning. *Interactive Technology And Smart Education*,

18(1), 50–68. <https://doi.org/10.1108/ITSE-05-2020-0069>

- Chen, C., Mo, F., Fan, X., Bai, C., & Yamana, H. (2023). Mobarec-GCNFP: Champion Recommendation For Multi-Player Online Battle Arena Games Using Graph Convolution Network With Fewer Parameters. 2023 IEEE 8th International Conference On Big Data Analytics, ICBDA 2023, 147–153. <https://doi.org/10.1109/ICBDA57405.2023.10104995>
- Dallmann, A., Kohlmann, J., Zoller, D., & Hotho, A. (2021). Sequential Item Recommendation In The MOBA Game Dota 2. IEEE International Conference On Data Mining Workshops, ICDMW, 2021-Decem, 10–17. <https://doi.org/10.1109/ICDMW53433.2021.00009>
- Denden, M., Tlili, A., Essalmi, F., & Jemni, M. (2018). Implicit Modeling Of Learners' Personalities In A Game-Based Learning Environment Using Their Gaming Behaviors. Smart Learning Environments, 5(1). <https://doi.org/10.1186/S40561-018-0078-6>
- Do, T. D., Yu, D. S., Anwer, S., & Wang, S. I. (2020). Using Collaborative Filtering To Recommend Champions In League Of Legends. IEEE Conference On Computational Intelligence And Games, CIG, 2020-Augus, 650–653. <https://doi.org/10.1109/Cog47356.2020.9231735>
- Ellis, L., & Fick, C. (2001). Color Preferences According To Gender And Sexual Orientation. Personality And Individual Differences, 31(8), 1375–1379. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(00\)00231-2](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(00)00231-2)
- Et Al., R. P. I. (2021). Javanese People's Acceptance Of Arabic Calligraphy As Home Decoration. Turkish Journal Of Computer And Mathematics Education (TURCOMAT), 12(6), 1908–1918. <https://doi.org/10.17762/Turcomat.V12i6.4378>
- Games - Worldwide. (2025). Statista Market Forecast. <https://www.statista.com/outlook/amo/media/games/worldwide?currency=USD>
- Gonçalves, T., Vieira, P., Afonso, A. P., Carmo, M. B., & Moucho, T. (2018). Analysing Player Performance With Animated Maps. 2018 22nd International Conference Information Visualisation (IV), 103–109. <https://doi.org/10.1109/Iv.2018.00028>
- Gürer, D. Z., & Gökbay, İ. Z. (2024). Arabic Calligraphy Image Analysis With Transfer Learning. Electrica, 24(1), 201–209. <https://doi.org/10.5152/Electrica.2023.23102>
- Hartatik, H., Nurhayati, S. D., & Widayani, W. (2021). Sistem Rekomendasi Wisata Kuliner Di Yogyakarta Dengan Metode Item-Based Collaborative Filtering. Journal Automation Computer Information System, 1(2), 55–63. <https://doi.org/10.47134/Jacis.V1i2.8>
- Hartatik, Isnanto, R. R., Warsito, B., Firdaus, N., & A'La, F. Y. (2024). Towards The Application Of Artificial Intelligence: *Cosine Similarity* In Recommendation Systems Based On Collaborative Filtering. 2024 7th International Conference Of Computer And Informatics Engineering (IC2IE), 1–5. <https://doi.org/10.1109/IC2IE63342.2024.10747946>

- Hong, S. J., Lee, S. K., & Yang, S. Il. (2020). Champion Recommendation System Of League Of Legends. *International Conference On ICT Convergence*, 2020-Octob, 1252–1254. <https://doi.org/10.1109/ICTC49870.2020.9289546>
- Insani, E., & Anam, N. (2023). Calligraphy Learning: Analysis Of Guidance At Al-Quran Calligraphy Studio. *Jurnal Islam Nusantara*, 7(2), 183. <https://doi.org/10.33852/Jurnalnu.V7i2.493>
- Irna. (2023). Pentingnya Permainan Anak Dalam Kajian Al-Qur'an Dan Hadits. *Journal Of Responsible Tourism*, 3(1), 207–214. <https://doi.org/10.47492/Jrt.V3i1.2733>
- Ismail, A. (2019). Semua Bisa Menulis Kaligrafi. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Nomor 1). [http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isallowed=Y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484\\_SISTEM\\_PEMBETUNGAN\\_TERPUSAT\\_STRATEGI\\_MELESTARI](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isallowed=Y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI)
- Jonauskaite, D., Dael, N., Chèvre, L., Althaus, B., Tremea, A., Charalambides, L., & Mohr, C. (2019). Pink For Girls, Red For Boys, And Blue For Both Genders: Colour Preferences In Children And Adults. *Sex Roles*, 80(9–10), 630–642. <https://doi.org/10.1007/S11199-018-0955-Z>
- Kaoudja, Z., Kherfi, M. L., & Khaldi, B. (2021). A New Computational Method For Arabic Calligraphy Style Representation And Classification. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/App11114852>
- Karadeniz, G., Ozcan, A., Bayram, M., & Ince, G. (2023). Simulation Of Counter-UAV Tactics Against Drone Swarms: A Serious Game Approach. *Proceedings Of 10th International Conference On Recent Advances In Air And Space Technologies, RAST 2023*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/RAST57548.2023.10197945>
- Karthan, M., Hieber, D., Kreuder, A., Frick, U., Pryss, R., & Schobel, J. (2023). Concept And Requirements For An Educational Serious Game Teaching Pandemic Management. *Proceedings - IEEE Symposium On Computer-Based Medical Systems*, 2023-June, 153–156. <https://doi.org/10.1109/CBMS58004.2023.00208>
- Keebler Assoc, J. R., Shelstad, W. J., Google, D. C. S., Chaparro, B. S., & Phan Google, M. H. (2020). Validation Of The GUESS-18: A Short Version Of The Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS). *Journal Of Usability Studies*, 16(1), 49–62.
- Khusna, A. N., Delasano, K. P., & Saputra, D. C. E. (2021). Penerapan User-Based Collaborative Filtering Algorithm. *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 20(2), 293–304. <https://doi.org/10.30812/Matrik.V20i2.1124>
- Koren, Y. (2008). Factorization Meets The Neighborhood: A Multifaceted Collaborative Filtering Model. *Proceedings Of The ACM SIGKDD International Conference On Knowledge Discovery And Data Mining*, 426–434. <https://doi.org/10.1145/1401890.1401944>
- Kücklich, J. (2008). Review: Video Games Between Real Rules And Fictional

- Worlds. In *European Journal Of Cultural Studies* (Vol. 11, Nomor 2). MIT Press. <https://doi.org/10.1177/1367549408091320>
- Kurahashi, S. (2019). An Infectious Disease Medical Policy Simulation And Gaming. *Proceedings - IEEE International Research Conference On Smart Computing And Systems Engineering, SCSE 2019*, 1–8. <https://doi.org/10.23919/SCSE.2019.8842733>
- Lee, H., Hwang, D., Kim, H., Lee, B., & Choo, J. (2022). Draftrec: Personalized Draft Recommendation For Winning In Multi-Player Online Battle Arena Games. *WWW 2022 - Proceedings Of The ACM Web Conference 2022*, 3428–3439. <https://doi.org/10.1145/3485447.3512278>
- Lee, S. K., Hong, S. J., & Yang, S. Il. (2020). Predicting Game Outcome In Multiplayer Online Battle Arena Games. *International Conference On ICT Convergence, 2020-Octob*, 1261–1263. <https://doi.org/10.1109/ICTC49870.2020.9289254>
- Lestari, N. H. P., Ichsan, Y., Sukriyanto, R., & Asela, S. (2021). Urgensi Seni Rupa Kaligrafi Dalam Pendidikan Islam. *Palapa*, 9(1), 126–136. <https://doi.org/10.36088/Palapa.V9i1.1063>
- Li, Z. (2018). Collaborative Filtering Recommendation Algorithm Based On Cluster. *International Journal Of Performability Engineering*, 14(5), 927–936. <https://doi.org/10.23940/Ijpe.18.05.P11.927936>
- Malang, U. N., & Menulis, K. (2022). Penggunaan Seni Kaligrafi Dalam Pembelajaran Keterampilan Menulis ( Maharah Kitabah ). 2, 55–60.
- Marx, L., & Bichlmeier, C. (2023). Development And Evaluation Of A Serious Game For Training Patient-Physician Communication. *2023 IEEE Conference On Games (Cog)*, 1–4.
- Mattangkilang, A. A., Hayati, L. N., & Syafie, L. (2023). Implementasi Simple Aditive Weighting Dalam Pemilihan Karya Seni Kaligrafi Terbaik Di Pondok Pesantren Darul Aman Gombara Makassar. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 9(1), 10–17. <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id>
- Millington, I., & Funge, J. (2018). Artificial Intelligence For Games. In *Artificial Intelligence For Games*. <https://doi.org/10.1201/9781315375229>
- Misra, M., Segura, E. M., & Arif, A. S. (2019). Exploring The Pace Of An Endless Runner Game In Stationary And Mobile Settings. *CHI PLAY 2019 - Extended Abstracts Of The Annual Symposium On Computer-Human Interaction In Play*, 543–550. <https://doi.org/10.1145/3341215.3356256>
- Mohebbi, M. (2014). Investigating The Gender-Based Colour Preference In Children. *Procedia - Social And Behavioral Sciences*, 112(Iceepsy 2013), 827–831. <https://doi.org/10.1016/J.Sbspro.2014.01.1238>
- Moradi, M., & Noor, N. F. B. M. (2022). The Impact Of Problem-Based Serious Games On Learning Motivation. *IEEE Access*, 10, 8339–8349. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3140434>

- Nugroho, F. (2024). Penerapan Kecerdasan Buatan Pada Tingkat Kerumitan Game Edukasi Mitigasi Bencana Berbasis Capaian Pemain. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(3), 8910–8921. <https://doi.org/10.31004/Innovative.V4i3.11285>
- Nugroho, F., Mulyanto Yuniarno, E., & Hariadi, M. (2019). Desain Serious Game Sosialisasi Bencana Berbasis Model Teori Aktifitas. *Jurnal Mnemonic*, 2(1), 59–66. <https://doi.org/10.36040/Mnemonic.V2i1.53>
- Oktavika, R. (2023). Sistem Rekomendasi Wisata Dengan Menggunakan Algoritma Collaborative Filtering. *Teknologipintar.Org*, 3(1), 1–15.
- Phan, M. H., Keebler, J. R., & Chaparro, B. S. (2016). The Development And Validation Of The Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS). *Human Factors*, 58(8), 1217–1247. <https://doi.org/10.1177/0018720816669646>
- Pradana, R. P., Hariadi, M., Rachmadi, R. F., & Arif, Y. M. (2022). A Multi-Criteria Recommender System For NFT Based IAP In RPG Game. 2022 International Seminar On Intelligent Technology And Its Applications: Advanced Innovations Of Electrical Systems For Humanity, ISITIA 2022 - Proceeding, 214–219. <https://doi.org/10.1109/ISITIA56226.2022.9855272>
- Rahimabad, R. M., & Rezvani, M. H. (2021). Identifying Factors Affecting The Empathy Of Players In Serious Games. *Proceedings Of The 3rd International Serious Games Symposium, ISGS 2021*, 27–34. <https://doi.org/10.1109/ISGS54702.2021.9685014>
- Rasyida, D. (2023). Hadis Tentang Allah Swt Menyukai Keindahan. *Gunung Djati Conference Series*, 23, 33–41.
- Shen, Y., Zhou, J., Lin, W., & Feng, Z. (2022). A Deep Learning Supported Sequential Recommendation Mechanism For Ban-Pick In MOBA Games. 2022 2nd IEEE International Conference On Software Engineering And Artificial Intelligence, SEAI 2022, 259–265. <https://doi.org/10.1109/SEAI55746.2022.9832346>
- Shizuya, Y. (2024). Detailed Explanation About Collaborative Filtering With Python Examples. *Medium*. <https://medium.com/@Ichigo.V.Gen12/detailed-explanation-about-collaborative-filtering-eab116e3b28b#8e1c>
- Sosa, M., Fontana, J. M., O'Brien, R., Laciari, E., & Molisani, L. (2022). A Serious Game Controlled By Myoelectric Signals For Prosthetic Use Training. 2022 IEEE Biennial Congress Of Argentina (ARGENCON), 1–4. <https://doi.org/10.1109/Argencon55245.2022.9940103>
- Sugianto, A., Riyanto, R., Riyanto, R., Tajab, M., & Tajab, M. (2022). Pelatihan Menulis Seni Kaligrafi Bagi Guru Taman Pendidikan Al Qur'an. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(5). <https://doi.org/10.31764/Jmm.V6i5.10020>
- Suharno, S., & Mukhtarom, A. (2021). Nilai-Nilai Pendidikan Islam Dalam Seni Kaligrafi Al-Qur'an. *Jurnal Kajian Islam Dan Pendidikan Tadarus Tarbawy*, 3(1). <https://doi.org/10.31000/Jkip.V3i1.4255>
- Tabbaa, Y. (1991). Calligraphy And Islamic Culture. In *International Journal Of Middle East*

- Studies. New York University Press. [Http://Links.Jstor.Org/Sici?Sici=0020-7438%28199111%2923%3A4%3C680%3ACAIC%3E2.0.CO%3B2-O](http://links.jstor.org/sici?sici=0020-7438%28199111%2923%3A4%3C680%3ACAIC%3E2.0.CO%3B2-O)
- Tafsir Ibnu Katsir. (N.D.). Diambil 25 Maret 2025, Dari [Http://Www.Ibnukatsironline.Com/2015/10/Tafsir-Surat-Az-Zukhruf-Ayat-1-8.Html](http://www.ibnukatsironline.com/2015/10/Tafsir-Surat-Az-Zukhruf-Ayat-1-8.html)
- Tafsir Ibnu Katsir QS-103 Al-'Ashr. (N.D.).
- Tan, K. H. A., Cai, Y., Lokesh, B. T., Zhu, Y., Su, C., & Cao, Q. (2023). VR Serious Game For Learning The Computer Organisation And Architecture Course. 2023 3rd International Conference On Educational Technology, ICET 2023, 1–6. [Https://Doi.Org/10.1109/ICET59358.2023.10424233](https://doi.org/10.1109/ICET59358.2023.10424233)
- Video Game Definition & Meaning. (2023). [Https://Www.Merriam-Webster.Com/Dictionary/Video Game](https://www.merriam-webster.com/dictionary/video%20game)
- Viljanen, M., Vahlo, J., Koponen, A., & Pahikkala, T. (2020). Content Based Player And Game Interaction Model For Game Recommendation In The Cold Start Setting. [Https://Doi.Org/10.48550/Arxiv.2009.08947](https://doi.org/10.48550/Arxiv.2009.08947)
- Wang, S., Xie, Y., & Fang, M. (2011). A Collaborative Filtering Recommendation Algorithm Based On Item And Cloud Model. Wuhan University Journal Of Natural Sciences, 16(1), 16–20. [Https://Doi.Org/10.1007/S11859-011-0704-4](https://doi.org/10.1007/S11859-011-0704-4)
- Westland, S., & Shin, M. J. (2015). The Relationship Between Consumer Colour Preferences And Product-Colour Choices. Journal Of The International Colour Association, April 2015, 47–56. [Http://Www.Aic-Colour-Journal.Org/](http://www.aic-colour-journal.org/)
- Yu, L., Westland, S., Chen, Y., & Li, Z. (2021). Colour Associations And Consumer Product-Colour Purchase Decisions. Color Research And Application, 46(5), 1119–1127. [Https://Doi.Org/10.1002/Col.22659](https://doi.org/10.1002/Col.22659)
- Zang, L., & Luo, W. (2022). A User-Based Collaborative Filtering System For Deck Recommendation In Game Clash Royale. 2022 IEEE 14th International Conference On Computer Research And Development, ICCRD 2022, 126–130. [Https://Doi.Org/10.1109/ICCRD54409.2022.9730614](https://doi.org/10.1109/ICCRD54409.2022.9730614)
- Zayadi, A. (2023). Buku Pedoman Musabaqah Al-Qur'an & Al-Hadits Tahun 2023. In Sustainability (Switzerland) (Vol. 11, Nomor 1, Hal. 1–298). Jakarta: Direktorat Penerangan Agama Islam.
- Zhang, Y., Liu, P., Han, B., Xiang, Y., & Li, L. (2019). Hue, Chroma, And Lightness Preference In Chinese Adults: Age And Gender Differences. Color Research And Application, 44(6), 967–980. [Https://Doi.Org/10.1002/Col.22426](https://doi.org/10.1002/Col.22426)
- Zuhdiyah, N. A. (2023). Cabang – Cabang Kaligrafi Dalam Musabaqah Khatil Qur'an Dan Jenis Khat Yang Digunakan. 1(1).