

## Kelas Cendekia Versi Mobile yang Terintegrasi dengan Sistem Rekomendasi

Nur Ridho Abdurrahmansyah<sup>\*1</sup>, Muhammad Idham Ananta Timur<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM

<sup>2</sup>Departemen Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: <sup>\*1</sup>[abdurrahmansyah234@gmail.com](mailto:abdurrahmansyah234@gmail.com), <sup>2</sup>[idham@ugm.ac.id](mailto:idham@ugm.ac.id)

### Abstrak

*Urgensi kebermanfaatan sistem pembelajaran online berbasis social constructivism yang merupakan filosofi pembelajaran kelas virtual versi mobile menjadi perhatian karena sistem dibangun atas pola timbal balik antar pengguna supaya dihasilkan materi yang paling berkualitas diantara penyaji materi melihat belum adanya sistem yang menyediakan pembelajaran online terkait. Konten berupa materi kuliah yang telah dibagi menjadi beberapa kategori tertentu diolah menjadi versi virtual dan disampaikan secara ringan. Sistem rekomendasi dirancang untuk dapat memberikan tanggapan terhadap pengguna yang telah memberikan rating dengan memberikannya materi kuliah berkualitas. Software dibuat dengan Unity Engine dan dimasukkan protokol sistem rekomendasi dengan data yang tersimpan dalam database penelitian kelas cendekia. Sistem rekomendasi yang diimplementasikan adalah item-item based collaborative filtering dengan spesifikasi data training yang digunakan adalah 401 data rating, 51 rekaman dan 17 pengguna. Dengan nilai sparsity data training sebesar 53.74%, dilakukan pengujian akurasi prediksi menghasilkan RMSE 0.91523 dan tingkat akurasi 81.69%. Kelas virtual versi mobile yang telah ditanami sistem rekomendasi tersebut dicoba dan diuji pada beberapa merk smartphone android. Hasil yang didapatkan berdasarkan kuesioner menghasilkan rating 4.762 terhadap performa dan 4.572 terhadap interface software kelas cendekia. Sedangkan tingkat antusiasme pengguna terhadap kelas virtual mencapai 4.0588 dalam skala 1 sampai dengan 5.*

**Kata kunci**—Kelas virtual versi mobile, Sistem rekomendasi, Social constructivism, Rekaman materi kuliah

### Abstract

*Urgency usefulness of online learning system based on social constructivism which is the mobile virtual classroom learning philosophy is of concern, because the system is built on the pattern of reciprocity between users in order to produce the most quality materials see the absence of a system that provides online learning for it. Content of lecture materials that have been divided into certain categories are processed into virtual versions and delivered lightly. The recommendation system is designed to respond users who have rated it by providing good quality course material. Software is created with Unity Engine and incorporated the recommended system protocol with data stored in a scholarly research database. The recommendation system implemented is the items based collaborative filtering with the specification of training data used are 401 rating data, 51 records and 17 users. With sparsity data training amounted to 53.74%, tested the prediction accuracy resulted RMSE 0.91523 and the accuracy of 81.69%. The mobile version of virtual class that has been planted with recommendation system is tried and tested on several brands of android smartphone. Results obtained on the questionnaire resulted in a rating of 4,762 on performance and 4,572 against the intellectual class software interface. Whereas the level of user enthusiasm for the virtual class reaches 4,0588 on a scale of 1 to 5.*

**Keywords**—Mobile version virtual class, Recommendation system, Social constructivism, Course material database

## 1. PENDAHULUAN

Dengan pembelajaran pada kelas cendekia, pengguna dapat merasakan proses pembelajaran yang berbeda dimana interaksi antara masing-masing pengguna dilakukan secara virtual melalui dunia maya [1]. Tidak hanya itu, pengguna juga akan mendapatkan pengalaman belajar baru yang lebih baik karena proses pembelajaran dibangun berdasarkan *social constructivism* yang merupakan proses pembelajaran yang dikonstruksi dari beberapa sumber/pendapat sehingga dapat memiliki banyak sudut pandang atas suatu topik tertentu [2]. Dengan ini, pengguna dapat belajar mengenai suatu topik tertentu dengan berbagai macam pemahaman dari penutur yang berbeda sehingga akan mendapatkan masukan ilmu/pendapat yang bervariasi. Hal ini akan membangun *social constructivism* yang akan meningkatkan kemampuan pengguna untuk dapat menganalisa dan menyingkronisasi berbagai ilmu yang diterima [3], [4].

Proses pembelajaran pada kelas cendekia memberikan solusi bagi pengguna untuk dapat mengikuti kelas belajar tanpa harus berada dalam ruang kelas. Pengguna hanya perlu login melalui perangkat teknologi masing-masing dan hadir dalam kelas tersebut secara virtual melalui dunia maya [5], [6].

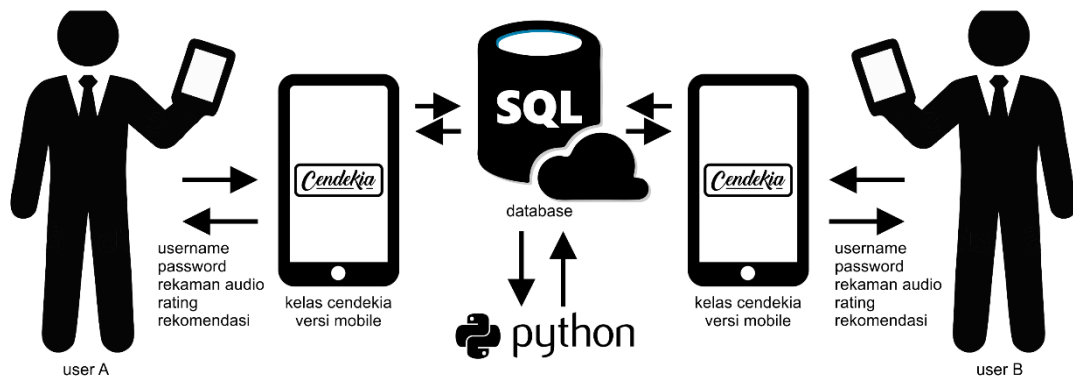
Namun terkadang, terjadi pemasalahan ketika konten materi yang disuguhkan kurang sesuai dengan apa yang diharapkan. Pengguna akan kesulitan untuk mencari materi yang diinginkan sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama hanya untuk menemukan materi tersebut. Konten yang sesuai dengan keinginan pengguna akan sangat membantu dalam proses pembelajaran. Disini peran sistem sangat dibutuhkan dalam membantu pengguna menemukan konten yang sesuai dan yang tidak sesuai dengan ketertarikan pengguna. Oleh karena itu, kelas cendekia dilengkapi dengan sistem rekomendasi yang sesuai sehingga dapat memprediksi kebutuhan pengguna dan dapat memenuhi keinginannya dalam menemukan materi yang sesuai [7].

## 2. METODE PENELITIAN

Kelas cendekia versi mobile dibuat menggunakan engine Unity3D [8]–[10]. Pembuatan didasarkan pada data rekaman user dan disimpan kedalam MySQL dengan metode HTTP POST melalui UnityWebRequest. Untuk menghubungkan sistem *database* MySQL dengan Unity digunakan Python karena kemampuannya dalam menghubungkan kedua aplikasi tersebut.

Hasil rekaman yang disimpan dalam *database* akan diolah sedemikian rupa sehingga menjadi materi-materi yang dikemas dalam versi *virtual* yang nantinya menjadi sumber belajar bagi *audiens* yang menggunakan sistem ini. Materi-materi tersebut dikelompokkan berdasarkan spesifikasi tertentu. Materi dengan *rating* tinggi akan menjadi rekomendasi bagi *audiens* untuk mendapatkan ilmu/pengetahuan sesuai yang diinginkannya. Penggunaan sistem rekomendasi ini menjadi sangat penting guna memfilter sejumlah besar materi yang tersedia menjadi beberapa materi yang berkualitas [11]–[13]. Tentu dalam proses filter tersebut digunakan sistem rekomendasi yang pantas untuk mendapatkan hasil yang sesuai.

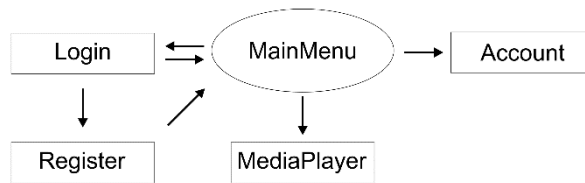
Arsitektur kelas cendekia versi mobile diperlihatkan pada Gambar 1 dimana apps kelas cendekia terhubung dengan dua atau lebih user melalui perangkat *smartphone* yang terhubung dengan koneksi internet [14].



Gambar 1. Arsitektur kelas cendekia versi mobile

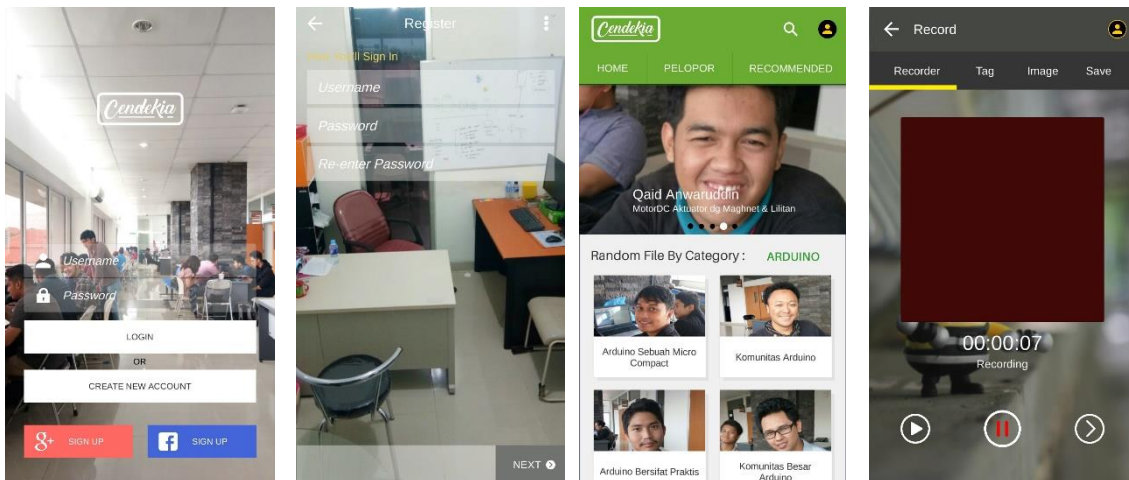
### 2.1 Implementasi User Interface dengan Unity2D

Tatap muka aplikasi kelas cendekia yang tertanam pada smartphone android dibuat dengan menggunakan *UnityEngine*. Pada implementasi *Unity2D* seluruh program dikerjakan dengan bahasa *C#*. *Library* yang digunakan untuk menjalankan fungsi-fungsi pada *unity2D* menggunakan *library UnityEngine* yang telah tersedia.



Gambar 3. Kerangka dasar aplikasi kelas cendekia dengan Unity2D

Kelas cendekia versi mobile hasil implementasi ini terdiri dari 5 scene yang memiliki fungsi khusus, diantaranya: Login, Register, MainMenu, Account, dan MediaPlayer. Aplikasi kelas cendekia dibangun dengan kerangka utama yakni mainmenu yang menghubungkan seluruh scene yang ada. Kerangka dasar aplikasi kelas cendekia ditampilkan pada Gambar 2. Sedangkan pada Gambar 3 ditampilkan beberapa contoh implementasi user interface kelas cendekia mobile apps.



Gambar 3. Implementasi user interface kelas cendekia mobile apps

## 2. 2 Model Database Server

Penggunaan aplikasi kelas cendekia dilakukan sepenuhnya secara online untuk mendapatkan data-data yang diperlukan sehingga dibutuhkan adanya sebuah database untuk menyimpan data tersebut. Aplikasi kelas cendekia memiliki 4 tabel utama pada database diantaranya: usernameRidho, fileRidho, ratingRidho, dan rekomendasiRidho. Gambar 4 mendeskripsikan tabel database *user*. Data pada tabel usernameRidho didapatkan ketika ada pengguna baru yang melakukan registrasi pada kelas cendekia.

```
mysql> select * from usernameRidho;
```

UserID	Username	Password	AvatarID
1	Jaler Sekar Maji	1234	12
2	Curie Habiba	1234	10
3	Jonathan	1234	11
4	Nur Ida Anggari	1234	14
5	Alwy Herfian	1234	13
6	William	1234	8
7	Qaid Anwaruddin	1234	9
8	Hafidz	1234	16
9	M Himanghadi	1234	15
10	bagas eko	1234	10
11	Beatrice Paulina	1234	1
12	Alma Laura	1234	3
13	iqbal maulana	1234	4
14	Hanief Rifqi	1234	1
15	aljovan magyarsa	1234	1
16	Axel Nugroho	1234	3
17	rizki meliyani	1234	6
18	izza aditya	1234	1
19	gusti made	1234	1
20	Rois Nur Hakim	1234	3
21	Wella Ayuni	1234	3

Gambar 4. Tabel usernameRidho pada database

File materi merupakan hasil rekaman yang dihasilkan oleh pengguna. Isi file berupa nama file, nama pengguna yang membuat file, link, dan file itu sendiri. Daftar file yang telah diunggah kedalam database ditampilkan dalam Gambar 5.

```
mysql> select * from fileRidho;
```

KontenID	UserID	Title	ImageID	Link
1	5	PID yang utama adlh P	11	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/PID_yang_utama_adlh_P.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/PID_yang_utama_adlh_P.wav</a>
2	5	RAM by Ian	7	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/RAM_by_Ian.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/RAM_by_Ian.wav</a>
3	5	Bahasa dengan Librarynya	2	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Bahasa_dengan_Librarynya.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Bahasa_dengan_Librarynya.wav</a>
4	5	Sensor Perangkat Koleksi Data	3	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Sensor_Perangkat_Koleksi_Data.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Sensor_Perangkat_Koleksi_Data.wav</a>
5	5	Arduino Sebuah Micro Compact	5	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Arduino_Sebuah_Micro_Compact.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Arduino_Sebuah_Micro_Compact.wav</a>
6	6	URV by William	9	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/URV_by_William.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/URV_by_William.wav</a>
7	6	RAM Memori Jangka Pendek	1	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/RAM_Memori_Jangka_Pendek.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/RAM_Memori_Jangka_Pendek.wav</a>
8	6	Bahasa Untuk Software Game	1	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Bahasa_Untuk_Software_Game.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Bahasa_Untuk_Software_Game.wav</a>
9	6	Sensitifitas Sensor	4	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Sensitifitas_Sensor.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Sensitifitas_Sensor.wav</a>
10	6	Arduino Bersifat Praktis	6	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Arduino_Bersifat_Praktis.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Arduino_Bersifat_Praktis.wav</a>
11	7	PID Suatu Metode Kontrol	12	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/PID_Suatu_Metode_Kontrol.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/PID_Suatu_Metode_Kontrol.wav</a>
12	7	MotorDC Aktuator dg Maghnet & Lilitan	9	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/MotorDC_Aktuator_dg_Maghnet_&amp;_Lilitan.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/MotorDC_Aktuator_dg_Maghnet_&amp;_Lilitan.wav</a>
13	7	URV by Qaid	7	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/URV_by_Qaid.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/URV_by_Qaid.wav</a>
14	7	Konversi Energi Pada Sensor	3	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Konversi_Energi_Pada_Sensor.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Konversi_Energi_Pada_Sensor.wav</a>
15	7	Arduino Opensource	6	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Arduino_Opensource.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Arduino_Opensource.wav</a>
16	2	PID by Curie	12	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/PID_by_Curie.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/PID_by_Curie.wav</a>
17	2	Implementasi MotorDC	10	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Implementasi_MotorDC.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Implementasi_MotorDC.wav</a>
18	2	Bahasa Tingkat Manusia	2	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Bahasa_Tingkat_Manusia.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Bahasa_Tingkat_Manusia.wav</a>
19	2	Arduino Mudah Mencari Library	5	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Arduino_Mudah_Mencari_Library.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Arduino_Mudah_Mencari_Library.wav</a>
20	3	PID Sistem Utk Mengurangi Error	11	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/PID_Sistem_Utk_Mengurangi_Error.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/PID_Sistem_Utk_Mengurangi_Error.wav</a>
21	3	MotorDC Teknologi Dgn Maghnet	10	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/MotorDC_Teknologi_Dgn_Maghnet.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/MotorDC_Teknologi_Dgn_Maghnet.wav</a>
22	3	URV Kendaraan Udara Tdk Berawak	8	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/URV_Kendaraan_Udara_Tdk_Berawak.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/URV_Kendaraan_Udara_Tdk_Berawak.wav</a>
23	3	RAM by Joe	2	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/RAM_by_Joe.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/RAM_by_Joe.wav</a>
24	3	Tingkatan Bahasa	1	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Tingkatan_Bahasa.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Tingkatan_Bahasa.wav</a>
25	3	Cara Kerja Sensor	4	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Cara_Kerja_Sensor.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Cara_Kerja_Sensor.wav</a>
26	3	Arduino Sebagai Merk Dagang	6	<a href="https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Arduino_Sebagai_Merk_Dagang.wav">https://zc.wg.ugm.ac.id/ridho/Arduino_Sebagai_Merk_Dagang.wav</a>

Gambar 5. Daftar file dalam database

Materi yang dilihat oleh pengguna lain akan diberikan rating untuk memberikan tingkat kualitas materi tersebut. Setiap rating yang diberikan oleh semua pengguna dicatat dan dikumpulkan dalam tabel ratingRidho pada database. Tabel tersebut nantinya akan diolah sebagai rekomendasi bagi pengguna untuk menentukan materi yang sesuai baginya. Tabel ratingRidho ditampilkan dalam Gambar 6.

```
mysql> select * from ratingRidho;
```

KontenID	UserID	Rating
28	10	2
21	10	2
16	10	2
26	10	3
47	10	5
17	12	1
17	11	1
33	11	3
21	12	2
38	12	1
11	11	2
12	12	4
28	12	1
36	12	1
35	11	3
25	11	4
20	11	3
13	11	1
6	11	2
4	12	1

Gambar 6. Tabel ratingRidho dalam database

```
mysql> select * from rekomendasiRidho;
```

UserID	KontenID	Rating
11	37	5
11	26	3.66666666667
11	3	3.5
11	40	3.46153846154
11	34	3.42857142857
11	43	3
11	38	3
11	23	3
11	2	3
11	8	2.9375
11	44	2.84615384615
11	12	2.75
11	32	2.66666666667
11	19	2.66666666667
11	22	2.6
11	49	2.53846153846
11	47	2.5
11	42	2.5
11	30	2.44444444444
11	21	2.36363636364

Gambar 7. Tabel rekomendasiRidho bagi pengguna

Rekomendasi diberikan kepada pengguna guna menyeleksi materi mana yang sesuai dengan personalisasi pengguna. Tabel rekomendasi pada Gambar 7 didapatkan setelah proses sistem rekomendasi mengolah tabel rating. Sistem rekomendasi yang menghasilkan tabel rekomendasiRidho dijelaskan pada sub bab implementasi sistem rekomendasi.

### 2.3 Sistem Rekomendasi

Sistem rekomendasi seluruhnya diproses menggunakan python. Program sistem rekomendasi ditulis menggunakan bahasa pemrograman python2.7. Prediksi rating akan dieksekusi melalui server setelah data rating awal terkumpul, sehingga sebelum melakukan inisiasi, tabel rating pada database sudah diisi terlebih dahulu [15].

Ketika diinisiasi perhitungan prediksi rating, python akan meminta data rating dari tabel database rating setelah menghubungkan program dengan database. Setelah didapatkan data rating, program mengubah data tersebut kedalam bentuk array. Setelah didapatkan bentuk array, program akan menghitung nilai similarity tingkat kemiripan *item* (*item*) dengan *item* lainnya (*others*) dengan menggunakan teknik *euclidean distance* pada persamaan 1. Nilai similarity memiliki rentang 0 sampai dengan 1 dimana semakin tinggi nilai similarity berarti *item* lain tersebut memiliki kemiripan yang semakin tinggi dengan *item* [16]. *item* lain (*other*) yang tidak diberikan rating oleh *user*, maka secara otomatis tidak memiliki kemiripan dengan *item* sehingga memiliki nilai similarity = 0 [17]–[19].

$$\sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} \quad (1)$$

Setelah mendapatkan nilai similarity dari *item* dengan masing-masing *item* lain, prediksi rating dapat dihitung dengan menerapkan perhitungan *item based collaborative filtering*. *Item based collaborative filtering* menghitung prediksi rating *item* dengan melihat rating *item - item* yang telah dirating oleh orang lain dan mengukur tingkat kemiripan *item* tersebut (*similarity*) [20], [21].

Rekomendasi *item* terhadap *user* didapatkan berdasarkan beberapa *item* dengan nilai prediksi rating tertinggi [22]. Beberapa *item* dengan nilai prediksi rating tertinggi akan dikirimkan kedalam tabel rekomendasiRidho pada *database*. Tabel rekomendasiRidho inilah yang nantinya akan menjadi kumpulan hasil rekomendasi terhadap *user*

### 2. 3.1 Implementasi daftar rekomendasi

Hasil dari implementasi sistem rekomendasi adalah pemberian prediksi rating terhadap user tertentu dengan memberikan konten yang telah diprediksi sesuai dan akan diberikan rating yang bagus oleh user tersebut [23]. Daftar konten yang telah diprediksi dimasukkan dalam tabel tabel rekomendasi Ridho sehingga dapat diakses oleh aplikasi kelas cendekia menggunakan file PHP.

Proses dalam mencari daftar rekomendasi akan dilakukan sesaat setelah *user* me-request rekomendasi dengan mengetikkan kata kunci pada kolom pencarian. Python akan mulai mengirimkan permintaan *predicted rating* dari *predicted database*. Setelah itu, *rating* akan disortir dari jumlah *rating* tertinggi. Terakhir, python akan memilih materi teratas dengan *rating* tertinggi dan menampilkannya sehingga memungkinkan unity3D untuk mengunduhnya menggunakan UnityWebRequest.

### 2. 4 Evaluasi Sistem

Sistem kelas cendekia 2D yang dibuat dengan menggunakan engine Unity3D merupakan sebuah aplikasi/game. Pengujian dilakukan berdasarkan 2 tahapan utama. Tahapan pertama adalah untuk memeriksa kelayakan sistem apakah sudah dapat digunakan dengan baik tanpa adanya cacat dalam pemrograman ataukah masih terdapat beberapa kekurangan. Parameter kelayakan terdiri atas: kompatibilitas *user interface*, sistem dapat dibuka dalam perangkat yang dipasang, *user* dapat register membuat akun termasuk *avatar*nya dan *login* kedalam *server*. Sedangkan tahapan kedua adalah untuk memeriksa kemampuan sistem dalam menyajikan materi yang tersedia. Parameter terkait pengujian ini terdiri atas: sejauh mana kemampuan sistem menyediakan materi yang diinginkan *user*, kecerdasan sistem dalam melakukan prediksi *rating* suatu materi serta ketepatan sistem dalam memberikan rekomendasi kepada *user* terhadap suatu topik materi.

Dalam pengujian sistem yang telah dijelaskan tersebut, dapat diklasifikasikan menjadi pengujian eksternal dan internal. Pengujian internal mengacu kepada kelayakan dan kemampuan sistem. Sedangkan pengujian eksternal mengacu kepada ketepatan, keakuratan serta kecerdasan sistem dalam memberikan materi yang sesuai.

Pengujian pertama dilakukan dengan memasang aplikasi pada beberapa smartphone milik pengguna lalu kemudian diberikan kuesioner. Sedangkan pengujian kedua dengan cara menganalisis prediksi rating dengan menggunakan RMSE pada persamaan 2. Namun, sebelum itu dilakukan juga analisis data training dengan membandingkan nilai sparsity dengan pengaruh RMSE. Perhitungan nilai sparsity pada persamaan 3.

$$RMSE(f) = \sqrt{\frac{1}{|R_{test}|} \sum_{r_{ui} \in R_{test}} (\hat{r}_{ui} - r_{ui})^2} \quad (2)$$

$$sparsity = \left(1 - \frac{\text{jumlah rating yang sudah diberikan}}{\text{jumlah rekaman} \times \text{jumlah pengguna}}\right) \times 100\% \quad (3)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian pertama, parameter kelayakan terdiri atas: kompatibilitas aplikasi pada perangkat yang dipasang, *user interface* tampil sesuai dengan yang diharapkan, sistem dapat dibuka dalam perangkat yang dipasang, *user* dapat register membuat akun termasuk *avatar*nya dan *login* kedalam *server*, *user* dapat memainkan materi rekaman dan memberikan rating dengan baik.

Aplikasi kelas cendekia dipasang dan diuji pada smartphone android Vivo V5 milik penulis dan beberapa smartphone android milik pengguna yang menjadi responden kelas cendekia. Berikut data hasil kuesioner yang diberikan oleh responden ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1 data hasil kuesioner

No	Kategori	Rating 1	Rating 2	Rating 3	Rating 4	Rating 5
1	Fungsional	0	0	23.809 %	42.857 %	33.333 %
2	Interface	0	0	9.523 %	23.809 %	66.666 %
3	Performa	0	0	4.761 %	14.285 %	80.952 %
4	Konten	0	0	19.047 %	47.619 %	33.333 %

Penilaian terhadap masing-masing kategori diberikan berdasarkan parameter yang telah dijelaskan diantaranya:

- Fungsional : Apakah aplikasi ini membantu dalam mendapatkan materi yang diharapkan? Apakah rekomendasi yang diberikan sesuai dengan harapan anda?
- Interface : Apakah aplikasi mudah digunakan, menarik, segar dan kreatif?
- Performa : Apakah dapat diinstall dan berjalan dengan baik di smartphone, tidak mengalami crash dan lagging dalam penggunaannya?
- Konten : bagaimana isi konten dalam aplikasi dan kualitasnya?

Sedangkan pada pengujian kedua, digunakan data training sebanyak 401 data rating yang didapatkan dari 17 pengguna pada 51 rekaman. Semakin tinggi *sparsity* menunjukkan tingkat kejarangan yang semakin tinggi. Data *training* yang memiliki *sparsity* rendah dapat meningkatkan akurasi prediksi namun disisi lain juga memakan sumber daya yang lebih banyak dibandingkan dengan data *training* dengan *sparsity* tinggi. Namun, karena jumlah item yang penulis gunakan tidak terlalu banyak, penulis berusaha menambahkan data pada jumlah rating yang diberikan guna meningkatkan tingkat akurasi.

*Sparsity* pada data *training* yang digunakan dihitung sebagai berikut:

$$sparsity = \left( 1 - \frac{\text{jumlah rating yang sudah diberikan}}{\text{jumlah rekaman} \times \text{jumlah pengguna}} \right) \times 100\%$$

$$sparsity = \left( 1 - \frac{401}{51 \times 17} \right) \times 100\%$$

$$sparsity = 1 - 0.4625 \times 100\%$$

$$sparsity = 53.74\%$$

Ketika dilakukan perbandingan dengan variasi nilai *sparsity* dengan hasil riset yang dilakukan oleh tim riset kelas cendekia, nilai *sparsity* 53.74% termasuk paling rendah dan memiliki tingkat akurasi prediksi lebih tinggi. Tabel 2 menunjukkan perbandingan variasi nilai *sparsity* terhadap nilai RMSE dan tingkat akurasi

Tabel 2. Perbandingan nilai RMSE dan tingkat akurasi pada variasi *sparsity*

No	Nama / Jurnal / Skripsi	Sparsity	RMSE	Akurasi
1	Himang [24] / Implementasi Sistem Rekomendasi untuk Mengintegrasikan Kelas Cendekia Nyata dan Virtual	93.75%	1.0871	78.25%
2	Angga [1] / Collaborative Filtering Recommender System Pada Virtual 3D Kelas Cendekia	80%	1.0607	78.79%
3	Bagas [25] / Sistem Rekomendasi Collaborative Filtering Berbasis Voice Rating	67.58%	1.0263	79.46%
4	Nur Ridho A / Kelas Cendekia Versi Mobile yang Terintegrasi dengan sistem rekomendasi	53.74%	0.91523	81.69%

Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan nilai rating sesungguhnya dengan nilai prediksi dengan menggunakan RMSE. RMSE pada pengujian ini memiliki rentang 0 sampai dengan 5 sesuai dengan nilai maksimal rating. Semakin RMSE mendekati 0 menunjukkan, semakin akurat tingkat akurasi dari sistem rekomendasi. Pada pengujian akurasi ini digunakan 401 data rating dari 17 pengguna. Masing-masing pengguna diberikan 8 rekomendasi sehingga total prediksi rating yang diberikan adalah 136 rekomendasi.

$$RMSE(f) = \sqrt{\frac{1}{|R_{test}|} \sum_{r_{ui} \in R_{test}} (\hat{r}_{ui} - r_{ui})^2}$$

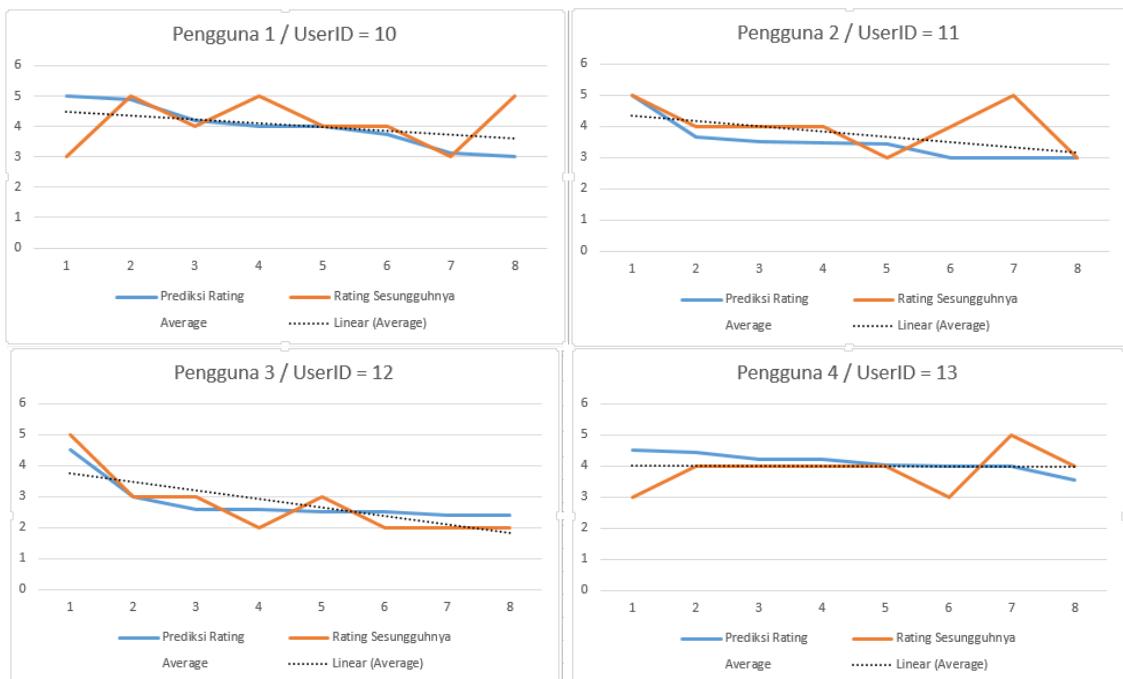
Dengan  $\sum_{r_{ui} \in R_{test}} (\hat{r}_{ui} - r_{ui})^2 = 93.8177$  dan  $R_{test} = 112$  yaitu:

$$RMSE(f) = \sqrt{\frac{1}{112} \sum_{r_{ui} \in R_{test}} (\hat{r}_{ui} - r_{ui})^2}$$

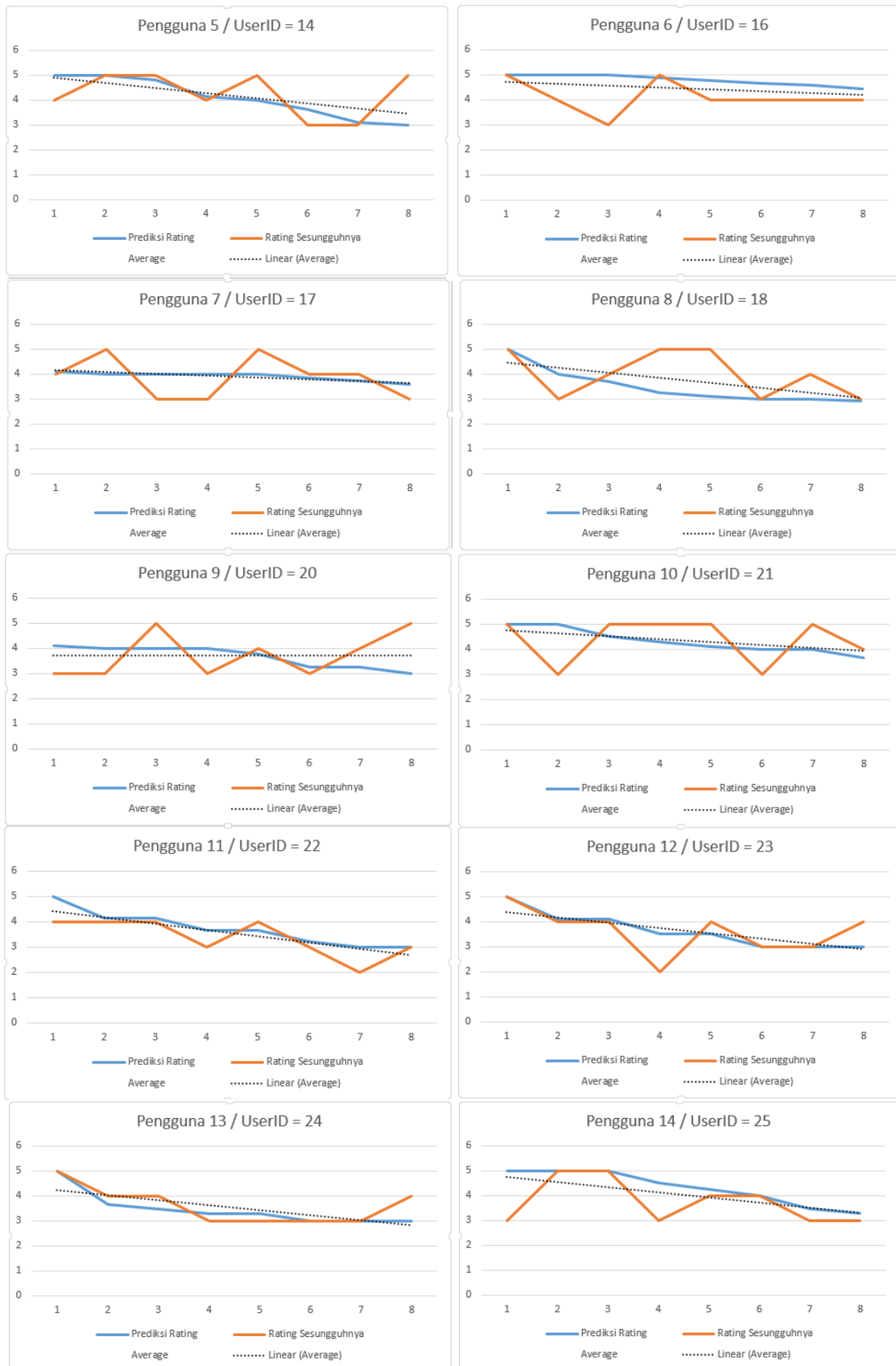
$$RMSE(f) = \sqrt{\frac{93.8177}{112}}$$

$$RMSE(f) = 0.91523$$

Dari data uji yang dilakukan, maka grafik perbandingan nilai rating prediksi dengan rating sebenarnya ditunjukkan pada Gambar 8.







Gambar 8. Grafik perbandingan rating prediksi dengan rating sebenarnya

Jika dinyatakan dengan persentase, maka tingkat akurasi dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Akurasi = \left(1 - \frac{\text{Nilai RMSE}}{\text{RMSE maksimal}}\right) \times 100\%$$

$$Akurasi = \left(1 - \frac{0.91523}{5}\right) \times 100\%$$

$$Akurasi = (1 - 0.183) \times 100\%$$

$$Akurasi = 81.6952\% \approx 81.7\%$$

Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa nilai RMSE dari sistem rekomendasi adalah 0.915 dengan tingkat akurasi prediksi mencapai 81.7%

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitan yang telah dilakukan, telah diimplementasikan sistem rekomendasi yang diintegrasikan kedalam aplikasi kelas cendekia guna memudahkan proses pembelajaran secara online. Sistem rekomendasi yang diimplementasikan adalah *item-item based collaborative filtering* dengan spesifikasi data training yang digunakan adalah 401 data rating, 51 rekaman dan 17 pengguna. Dengan nilai sparsity data training sebesar 53.74%, dilakukan pengujian akurasi prediksi menghasilkan RMSE 0.91523 dan tingkat akurasi 81.69%.

Kelas *virtual* versi *mobile* yang telah ditanami sistem rekomendasi tersebut dicoba dan diuji pada beberapa merk smartphone android. Hasil yang didapatkan berdasarkan kuesioner menghasilkan rating 4.762 terhadap performa dan 4.572 terhadap *interface* software kelas cendekia. Sedangkan tingkat antusiasme pengguna terhadap kelas *virtual* mencapai 4.0588 dalam skala 1 sampai dengan 5.

#### 5. SARAN

Implementasi kelas cendekia mobile apps seharusnya dapat diterapkan kedalam format IOS dan dapat bekerja dengan baik pada beberapa resolusi smartphone lainnya. Tidak hanya itu, dibutuhkan penggunaan data training yang lebih bervariasi dan tingkat sparsity yang lebih rendah untuk meningkatkan tingkat akurasi prediksi dan mengurangi resiko terjadinya overfitting.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Wardana, "Collaborative Filtering Recommender System Pada Virtual 3D Kelas Cendekia," Universitas Gadjah Mada, 2017.
- [2] L. S. Vygotsky, "Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes," *Harvard Univ. Press*, 1978.
- [3] S. H.-J. Liu and Y.-J. Lan, "Social Constructivist Approach to Web-Based EFL Learning: Collaboration, Motivation, and Perception on the Use of Google Docs," *Int. Forum Educ. Technol. Soc.*, vol. 19, no. 1, pp. 171–186, 2016.

- [4] M. Tam, "Constructivism, Instructional Design, and Technology: Implications for Transforming Distance Learning," *Int. Forum Educ. Technol. Soc.*, vol. 3, no. 2, pp. 50–60, 2000.
- [5] R. A. Ramadan, H. Hagra, M. Nawito, A. El Faham, and B. Eldesouky, "The intelligent classroom: Towards an educational ambient intelligence testbed," *Proc. - 2010 6th Int. Conf. Intell. Environ. IE 2010*, pp. 344–349, 2010.
- [6] R. I. Alhaqq and A. Harjoko, "Pengolahan Citra Digital untuk Keyboard Virtual Sebagai Antarmuka pada Aplikasi Berbasis Web 1," *IJEIS*, vol. 5, no. 2, 2015.
- [7] H. Islahudin, "Sistem rekomendasi bahan ajar untuk elearning," in *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2006 (SNATI 2006)*, 2006, no. Juni, pp. 125–130.
- [8] C. Allmacher, M. Dudczig, P. Klimant, and M. Putz, "Virtual Prototyping Technologies Enabling Resource-Efficient and Human-Centered Product Development," *Sci. Direct*, vol. 21, no. 2017, pp. 749–756, 2018.
- [9] A. Robertson, "Unity officially releases its new game engine: Unity 5," *San Francisco, CA: Gamasutra*, 2015. [Online]. Available: <https://www.theverge.com/2015/3/3/8142099/unity-5-engine-release>.
- [10] D. Takahashi, "John Riccitiello sets out to identify the engine of growth for Unity Technologies (interview)," *Interview with Dean Takahashi*, 2014. [Online]. Available: <https://venturebeat.com/2014/10/23/john-riccitiello-sets-out-to-identify-the-engine-of-growth-for-unity-technologies-interview/>.
- [11] D. Sánchez-Moreno, A. B. Gil González, M. D. Muñoz Vicente, V. F. López Batista, and M. N. Moreno García, "A collaborative filtering method for music recommendation using playing coefficients for artists and users," *Expert Syst. Appl.*, vol. 66, pp. 234–244, 2016.
- [12] A. Sanchez-Picot, D. Martin, D. S. De Rivera, B. Bordel, and T. Robles, "Modeling and simulation of interactions among people and devices in ambient intelligence environments," *Proc. - IEEE 30th Int. Conf. Adv. Inf. Netw. Appl. Work. WAINA 2016*, pp. 784–789, 2016.
- [13] S. Papadakis, M. Kalogiannakis, and N. Zaranis, "Computers & Education Educational apps from the Android Google Play for Greek preschoolers : A systematic review," *Comput. Educ.*, vol. 116, pp. 139–160, 2018.
- [14] K. Xu *et al.*, "Knowledge-Base d Systems Improving user recommendation by extracting social topics and interest topics of users in uni-directional social networks," *Elsevier*, vol. 140, pp. 120–133, 2018.
- [15] S. Yoon, S. Kim, and S. Park, "C-Rank : A link-based similarity measure for scientific literature databases," *Elsevier*, vol. 326, pp. 25–40, 2016.
- [16] F. Farnoud, O. Milenkovic, and G. J. Puleo, "Computing similarity distances between rankings," *Discret. Appl. Math.*, vol. 232, pp. 157–175, 2017.
- [17] J. Saint-charles and P. Mongeau, "Social influence and discourse similarity networks in workgroups," *Soc. Networks*, vol. 52, pp. 228–237, 2018.
- [18] D. Nebel, M. Kaden, A. Villmann, and T. Villmann, "Neurocomputing Types of ( dis- ) similarities and adaptive mixtures thereof for improved classification learning," *Neurocomputing*, vol. 268, pp. 42–54, 2017.
- [19] X. Chen, "Trend Prediction of Internet Public Opinion based on Collaborative Filtering," pp. 583–588, 2016.
- [20] L. T. Ponnampalam, S. D. Punyasamudram, S. N. Nallagulla, and S. Yellamati, "Movie Recommender System Using Item Based Collaborative Filtering Technique," *IEEE*, 2016.

- [21] T. Ha and S. Lee, "Item-network-based collaborative filtering : A personalized recommendation method based on a user ' s item network," *Elsevier*, vol. 53, pp. 1171–1184, 2017.
- [22] R. K. Ladioktaviagusdi and R. Sumiharto, "Implementasi Kontrol Model Prediksi Berbasis ANFIS Pada Mesin Penghasil Uap Air 1," *IJEIS*, vol. 5, no. 1, 2015.
- [23] T. Segaran, *Programming Collective Intelligence*, First Edit. O'reilly, 2007.
- [24] M. H. A. B. Sharatun, "Implementasi Sistem Rekomendasi untuk Mengintegrasikan Kelas Cendekia Nyata dan Virtual," Universitas Gadjah Mada, 2017.
- [25] B. E. Prasetyo, "Sistem Rekomendasi Collaborative Filtering Berbasis Voice Rating," Universitas Gadjah Mada, 2017.