

## SISTEM REKOMENDASI MATERI PEMROGRAMAN WEB PADA MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS WEB MENGGUNAKAN *MULTI-CRITERIA RECOMMENDER SYSTEM*

Lia Wahyulingtyas<sup>1</sup>, Yunifa Miftachul Arif<sup>2</sup>, Ririen Kusumawati<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Megister Informatika,  
Universitas Islam Negeri (UIN) Maliki Malang, Kota Malang, Indonesia  
wongle2507@gmail.com

### ABSTRAK

Dalam kurikulum merdeka, pembelajaran yang dilakukan fokus terhadap pengembangan karakter, kompetensi siswa dan mengasah minat bakat. Sehingga jumlah materi pembelajaran yang diberikan kepada siswa tidak harus tuntas atau lebih sedikit. Selain itu pada kurikulum merdeka tidak lagi membebani siswa dengan ketercapaian skor minimal karena penilaian tidak lagi menggunakan nilai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Hal tersebut menyebabkan guru kesulitan menentukan apakah materi yang telah dijelaskan sudah dapat dipahami karena nilai tidak menjadi patokan dalam keberhasilan seorang siswa. Padahal apabila guru tidak mengetahui pemahaman seorang siswa, guru akan kesulitan untuk lanjut pada materi selanjutnya. Implementasi *Multi-Criteria Recommender System* (MCRS) dapat memberikan kemudahan guru untuk dapat memprediksi apakah siswa dapat lanjut ke materi selanjutnya dan merekomendasikan modul mana yang cocok untuk siswa tersebut. Sistem rekomendasi yang akan dibangun berupa media pembelajaran berbasis web agar siswa dapat lebih tertarik dan dapat membantu guru dalam meningkatkan hasil belajar. Metode yang digunakan adalah *collaborative filtering* dengan membandingkan antara *adjusted cosine similarity*, *cosine based similarity* dan *spearman rank order correlation*. Berdasarkan implementasi MCRS menggunakan metode *collaborative filtering* menunjukkan bahwa hasil sistem rekomendasi tersebut memberikan dampak yang baik untuk proses belajar mengajar. Berdasarkan 3 algoritma yang diimplementasikan bahwa hasil prediksi yang paling baik adalah *cosine based similarity* karena nilai MAE yang didapatkan paling rendah yaitu sebesar 1,19 dan nilai akurasi sebesar 76%.

**Keyword :** *Sistem Rekomendasi, Multi-criteria Recommender System, Collaborative Filtering, Confusion Matrix, MAE*

### 1. PENDAHULUAN

Kurikulum dalam dunia pendidikan sangatlah penting karena sebagai salah satu indikator keberhasilan proses pembelajaran. Saat ini Kementerian Pendidikan di Indonesia menerapkan kebijakan baru dalam kurikulum pendidikan yaitu kurikulum merdeka [1]. Kurikulum merdeka merupakan kurikulum yang bertujuan untuk memberikan semangat kepada siswa serta mendorong dalam menguasai kompetensi yang nantinya dapat menunjang untuk meraih cita-cita. Dalam kurikulum merdeka ini fokusnya terhadap pengembangan karakter, kompetensi siswa dan mengasah minat bakat. Sehingga jumlah materi pembelajaran yang diberikan kepada siswa tidak harus tuntas atau lebih sedikit [2]. Selain itu pada kurikulum merdeka tidak lagi membebani siswa dengan ketercapaian skor minimal karena penilaian tidak lagi menggunakan nilai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) [3].

Pendidikan jurusan Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) di sekolah menengah kejuruan (SMK) bertanggung jawab secara strategis untuk mempersiapkan siswa untuk memasuki dunia kerja yang berkaitan dengan pengembangan perangkat lunak. Dalam hal ini, memahami pemrograman web dengan baik sangat penting bagi siswa RPL agar dapat bersaing di dunia industri yang terus berubah.

Kebijakan baru yang telah diterapkan tersebut sebenarnya baik karena siswa dapat lebih mengekspresikan yang diinginkan. Namun hal tersebut menyebabkan guru kesulitan menentukan apakah materi yang telah dijelaskan sudah dapat dipahami karena nilai tidak menjadi patokan dalam keberhasilan seorang siswa. Padahal apabila guru tidak mengetahui pemahaman seorang siswa, guru akan kesulitan untuk lanjut pada materi selanjutnya. Oleh karena itu perlu adanya evaluasi untuk menentukan apakah siswa tersebut dapat memahami materi yang dijelaskan oleh guru. Evaluasi yang dilakukan harus bersifat menyenangkan sehingga siswa tidak merasa terbebani. Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan maka perlu adanya sistem yang dapat memberikan rekomendasi apakah siswa dapat memahami materi yang telah diberikan dan guru dapat lanjut ke materi berikutnya

Berdasarkan dengan hal tersebut penelitian ini akan melakukan menggunakan *Multi-Criteria Recommender System* (MCRS) sebagai penentu sistem rekomendasi dan materi pemrograman web sebagai bahan materinya. Sistem Rekomendasi *Multi-Kriteria* adalah sistem pemberi rekomendasi yang menyediakan pengguna target dengan daftar item yang paling relevan dengan pengguna target dengan menggunakan peringkat relevansi item dalam beberapa kriteria yang disediakan oleh

pengguna. Sistem pemberi rekomendasi, juga dikenal sebagai mesin pemberi rekomendasi, telah menjadi bidang penelitian penting dan kini diterapkan di berbagai bidang. Selain itu, teknik di balik sistem pemberi rekomendasi telah ditingkatkan seiring berjalannya waktu. Secara umum, sistem seperti ini membantu pengguna menemukan produk atau layanan yang dibutuhkan (misalnya buku, musik) melalui analisis dan pengumpulan aktivitas dan perilaku pengguna lain, terutama dalam bentuk ulasan, dan membuat rekomendasi terbaik.

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Multi-Criteria Recommender System**

Sistem rekomendasi merupakan pendukung keputusan yang menyarankan sesuatu kepada pengguna yang mungkin relevan dengan pilihan mereka. Sistem rekomendasi juga dapat membantu pengguna dalam mendapatkan barang berharga dari banyak koleksi yang tersedia. Kemudian sistem rekomendasi berkembang dengan menambahkan jumlah kriteria untuk meningkatkan akurasi prediksi sistem rekomendasi. Kriteria adalah berbagai atribut yang dapat digabungkan untuk menggambarkan kualitas item [4].

Sistem rekomendasi biasanya berjalan dalam 3 tahap [5], yaitu sebagai berikut.

- a. Tahap Pemodelan  
Tahapan ini fokus pada persiapan data yang akan digunakan untuk 2 fase berikutnya. Persiapan data yang dilakukan termasuk dengan mencari rating berdasarkan kriteria dan pengguna. Perhitungan yang digunakan sesuai dengan metode yang dipilih.
- b. Tahap Prediksi  
Tahapan ini bertujuan untuk memprediksi peringkat atau skor yang tidak diketahui oleh pengguna melalui informasi yang telah diproses pada fase pemodelan.
- c. Tahap Rekomendasi  
Tahapan ini merupakan tahap lanjutan dari tahap prediksi, dimana berbagai pendekatan dilakukan untuk mendukung keputusan pengguna dengan menyaring item yang paling sesuai. Sifat dari rekomendasi ini adalah mengusulkan item baru kepada pengguna yang kemungkinan besar menarik.

**2.2 Collaborative Filtering**

*Collaborative filtering* (CF) merupakan algoritma yang digunakan untuk sistem rekomendasi. Cara kerja yang dilakukan *collaborative filtering* adalah mencari kemiripan dari nilai user lain yang ada untuk memprediksi item yang mungkin akan diminati atau disukai. Faktor yang paling penting dalam algoritma ini adalah penilaian dari user terhadap produk sebagai dasar untuk menentukan rekomendasi [6]. Namun faktor penting tersebut menjadi kelemahan dari algoritma

ini, karena algoritma ini tidak dapat memberikan rekomendasi apabila belum adanya penilaian atau akurasi akan kurang apabila data yang input sedikit. Selain itu, algoritma ini memiliki kelebihan yaitu rekomendasi akan tetap diberikan walaupun dalam keadaan yang tidak memungkinkan [7]. Penelitian ini menggunakan metode *collaborative filtering* dengan 3 algoritma berikut ini.

- a. Adjusted Cosine Similarity

$$S(i,j) = \frac{\sum_{u \in U} (R_{u,i} - \bar{R}_u)(R_{u,j} - \bar{R}_u)}{\sqrt{\sum_{u \in U} (R_{u,i} - \bar{R}_u)^2} \sqrt{\sum_{u \in U} (R_{u,j} - \bar{R}_u)^2}}$$

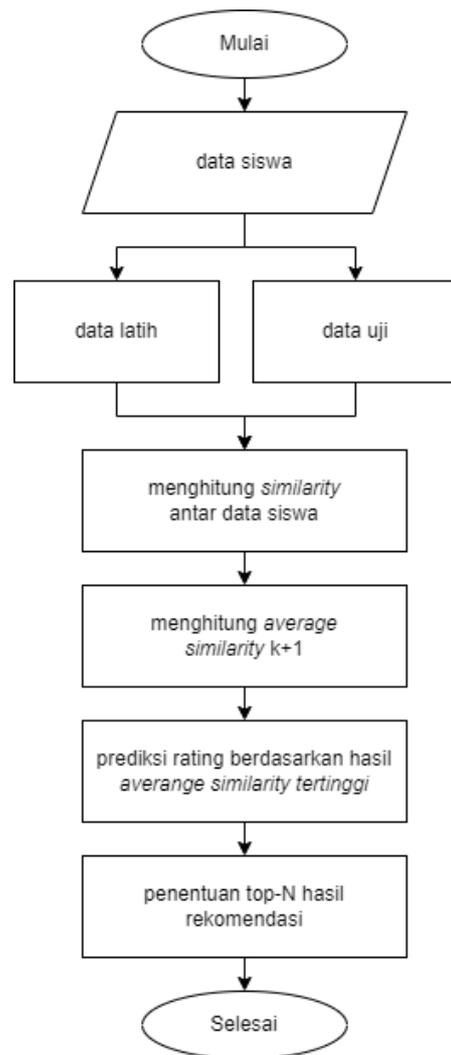
- b. Cosine Based Similarity

$$S(i,j) = \frac{\sum_{u \in U} R(u,i)R(u,j)}{\sqrt{\sum_{u \in U} (R_{u,i} - \bar{R}_u)^2} \sqrt{\sum_{u \in U} (R_{u,j} - \bar{R}_u)^2}}$$

- c. Spearman Rank Order Correlation

$$S(i,j) = \frac{\sum_{k=1}^n (R_{k,i} - A_i)(R_{k,j} - A_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (R_{k,i} - A_i)^2} \sqrt{\sum_{k=1}^n (R_{k,j} - A_j)^2}}$$

Alur dari penggunaan metode *collaborative filtering* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart CF

Tahapan dimulai dengan pengumpulan data siswa yang nantinya dari data tersebut akan dibagi 2 menjadi data latih dan data uji. Selanjutnya adalah tahapan untuk menghitung *similarity* sesuai dengan algoritma yang ditentukan. Setelah mendapatkan hasil *similarity* tahapan berikutnya menghitung *average similarity* antar data uji dan data latih untuk mencari rata-rata peringkat antar pengguna. Berdasarkan hasil perhitungan *average similarity* maka akan dicari peringkat tertinggi untuk memulai proses prediksi. Tahapan akhir untuk menentukan top-N hasil rekomendasi didapatkan dari membandingkan peringkat dengan data yang *similarity* paling dekat dan mendapatkan peringkat pertama.

**2.3 Confusion Matrix**

*Confusion matrix* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk pengujian sistem [7]. Persamaan untuk melakukan pengujian tersebut dilakukan sebagai berikut.

- a. Accuracy merupakan hasil perhitungan yang menilai semua prediksi benar dibagi dengan keseluruhan data.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

- b. Precision merupakan jumlah data yang positif dibagi dengan total data yang bersifat presisi.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

- c. Recall menunjukkan berapa persen data yang positif

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

- d. F1 merupakan perbandingan antara rerata recall dan precision.

$$F1 = 2 \times \frac{precision \text{ and } recall}{precision + recall}$$

**2.4 Mean Absolute Error (MAE)**

*Mean Absolute Error* (MAE) merupakan salah satu metode pengujian yang digunakan untuk mengukur akurasi sebuah prediksi. Nilai pada MAE tersebut menunjukkan rerata error hasil prediksi dengan hasil sebenarnya [8]. Persamaan untuk melakukan pengujian tersebut dilakukan sebagai berikut.

$$MAE = \sum \frac{|y' - y|}{n}$$

Dimana,  
 y' = nilai prediksi  
 y = nilai sebenarnya  
 n = jumlah data

Nilai MAE yang semakin kecil menandakan bahwa kesalahan antara hasil sebenarnya dan hasil prediksi semakin rendah dan juga dapat diartikan bahwa model dapat memprediksi dengan baik [9].

**3. METODE PENELITIAN**

**3.1 Data**

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah hasil test yang dikerjakan oleh peserta didik SMKN 1 Muara Uya Kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan jurusan Rekayasa Perangkat Lunak tahun 2021/2022. Test yang dikerjakan oleh peserta didik dilakukan berdasarkan pendekatan model MCRS dengan beberapa kriteria seperti tabel 1 yang berjumlah 40 soal yang dibagi menjadi 10 modul.

Terdapat 3 kriteria yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain sebagai berikut.

- a. Jumlah jawaban benar
- b. Waktu pengerjaan (detik)
- c. Skor

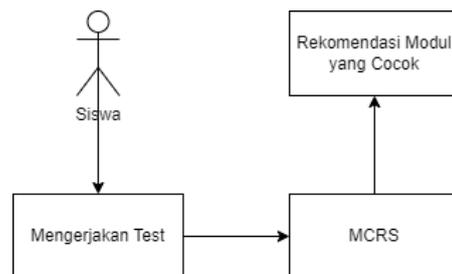
Kriteria tersebut yang menunjang proses rekomendasi menggunakan MCRS. Dalam mendapatkan rekomendasi tentunya diperlukan item yang akan menjadi hasil akhir dari penelitian. Item yang digunakan dalam penelitian ini merupakan materi tentang pemrograman web. Item-item tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Item Modul

Kode Item	Keterangan Item
M1	Dasar HTML
M2	Link dan Tabel
M3	Tampilan Format Multimedia
M4	CSS
M5	Membuat Form
M6	Dasar Pemrograman Web <i>Client</i> , HTML dan Javascript
M7	Mengenal OOP
M8	<i>Looping</i>
M9	Mengenal PHP
M10	Membuat Form <i>Login</i> dengan PHP dan MySQL Get dan Post

**3.2 Desain Sistem**

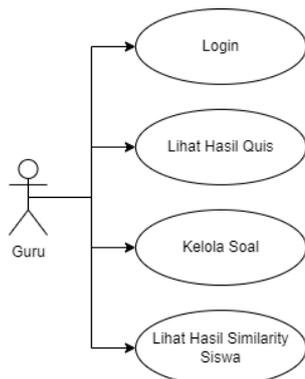
Dalam penelitian ini, penulis menerapkan sistem rekomendasi menggunakan media pembelajaran berbasis web yang dapat membantu guru untuk dapat mengetahui siswa tersebut dapat lanjut ke materi selanjutnya atau tidak sekaligus mengetahui modul mana yang cocok untuk siswa tersebut. Media pembelajaran berbasis web ini memberikan pengalaman baru pada siswa agar lebih interaktif dalam melakukan test.



Gambar 2. Desain Penelitian

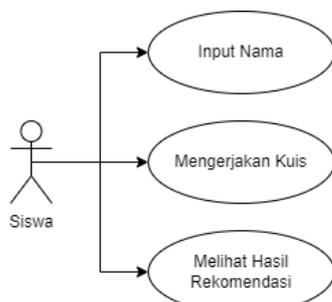
Tahapan awal siswa diminta untuk mengerjakan beberapa modul yang tersedia kemudian jika ada modul yang belum dikerjakan sistem akan memprediksi apakah siswa tersebut dapat mengerjakannya. Selain itu dari modul tersebut terdapat rekomendasi modul mana yang dikuasai oleh siswa. Ilustrasi desain penelitian seperti yang terlihat pada gambar 2.

Terdapat 2 faktor yang dapat menjalankan sistem pada penelitian ini yaitu siswa dan guru. Masing-masing aktor memiliki aktivitas yang berbeda, aktivitas tersebut digambarkan dengan use case. Pada aktor guru dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Use Case Guru

Pada Gambar 3 dapat dilihat aktor guru terdapat 4 aktivitas yang dapat dilakukan yaitu login pada sistem, melihat hasil kuis, mengelola list soal berdasarkan modul dan melihat hasil similarity sekaligus hasil rekomendasi siswa. Selanjutnya untuk aktor siswa dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Use Case Siswa

Pada Gambar 4 dapat dilihat aktor siswa terdapat 3 aktivitas yang dapat dilakukan pada sistem yaitu memasukkan nama, mengerjakan soal kuis dan melihat hasil rekomendasi berdasarkan kuis yang telah dikerjakan. Selain itu perencanaan sistem juga digambarkan dalam bentuk activity diagram yang akan menggambarkan sistem lebih detail berdasarkan alur yang dikerjakan oleh aktor.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

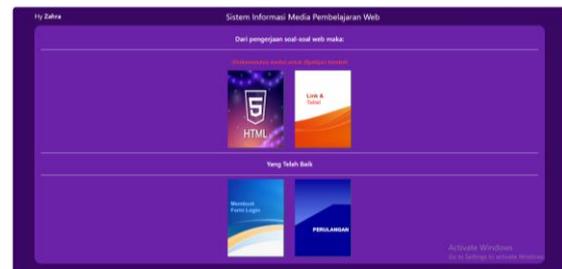
Dalam mendapatkan data untuk diolah menjadi sistem rekomendasi, 40 orang siswa tersebut diminta untuk mengerjakan soal yang dibagi dalam 10

modul pada sistem berbasis website yang sudah dibuat. Soal yang akan dikerjakan oleh siswa dalam bentuk pilihan ganda seperti yang dapat dilihat pada Gambar. 5. Dalam sistem tersebut nantinya akan dihitung berapa menit siswa mengerjakan soal dalam 1 modul sebagai bahan pertimbangan melakukan sistem rekomendasi.



Gambar 5. Halaman Soal

Setelah siswa menyelesaikan seluruh soal yang diberikan maka di akhir akan tampil rekomendasi yang sesuai dengan yang sudah dikerjakan. Rekomendasi tersebut berisi materi yang perlu dipelajari kembali dan materi yang sudah dikuasai seperti tampak pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Rekomendasi

#### 4.1 Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan *confusion matrix* dan MAE. Pada *confusion matrix* yaitu mencari *accuracy*, *precision*, *recall* dan F1. Data yang digunakan untuk pengujian merupakan data uji sebanyak 5 data dengan perbandingan data latih sebanyak 35.

Pada Tabel 2 terlihat hasil untuk algoritma *adjusted cosine similarity*, masing-masing data uji memiliki *similarity* yang berbeda-beda terhadap data latih. Data uji dengan kode Un1 memiliki kemiripan dengan U1 dan rekomendasi modul yang perlu dipelajari lagi adalah modul dasar HTML (M1), sedangkan untuk modul yang paling dikuasai adalah modul membuat form *login* dengan PHP dan MySQL get dan post (M10). Data uji dengan kode Un2 memiliki kemiripan dengan U18 dan rekomendasi modul yang perlu dipelajari lagi adalah modul dasar pemrograman web *client*, HTML dan javascript (M6), sedangkan untuk modul yang paling dikuasai adalah modul looping (M8). Data uji dengan kode Un3 memiliki kemiripan dengan U6 dan rekomendasi modul yang perlu dipelajari lagi adalah modul link dan tabel (M2), sedangkan untuk

modul yang paling dikuasai adalah modul mengenal OOP (M7). Data uji dengan kode Un4 memiliki kemiripan dengan U5 dan rekomendasi modul yang perlu dipelajari lagi adalah modul *looping* (M8), sedangkan untuk modul yang paling dikuasai adalah modul dasar pemrograman web *client*, HTML dan javascript (M6). Data uji dengan kode Un5 memiliki kemiripan dengan U13 dan rekomendasi modul yang perlu dipelajari lagi adalah modul membuat form *login* dengan PHP dan MySql get dan post (M10), sedangkan untuk modul yang paling dikuasai adalah modul mengenal PHP (M9).

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Adjusted Cosine Similarity*

	Un1, U1	Un2, U18	Un3, U6	Un4, U5	Un5, U13
M1	4,33	4	3,67	4,33	3,33
M2	4,67	4	1,33	4	3
M3	5,33	3	5,67	4	5,33
M4	6	4,33	5,33	4,67	2
M5	4,67	4,33	4	5	3
M6	6	2,33	3	6	4,67
M7	5,67	4,33	6	5,33	4,33
M8	5	5,67	6	2,67	4
M9	5,67	3,67	5,33	6	6,33
M10	6,67	2,67	4,33	5,67	1

Masing-masing hasil pengujian *confusion matrix* pada algoritma *adjusted cosine similarity* tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. Namun sebelum mengetahui hasil dari *confusion matrix* maka perlu mengklasifikasikan label positif dan negatif seperti pada Tabel 3 yang terdiri dari TP = 22, TN = 16, FP = 6, dan FN = 6.

Tabel 3. *Confusion Matrix Adjusted Cosine Similarity*

	Negatif	Positif
Negatif	16	6
Positif	6	22

Tabel 4. Hasil Pengujian *Adjusted Cosine Similarity*

Accuracy	76%
Precision	79%
Recall	79%
F1	79%

Sedangkan untuk pengujian MAE pada algoritma *adjusted cosine similarity* adalah 1,88, dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil MAE tersebut dihitung pada masing-masing data uji kemudian diambil rata-rata dari semua data uji.

Tabel 5. Hasil Pengujian MAE *Adjusted Cosine Similarity*

Prediksi	Total MAE
Un1, U1	4,567
Un2, U18	0,967
Un3, U6	1,2
Un4, U5	1,617

Prediksi	Total MAE
Un5, U13	1,067
Rerata MAE	1,88

Pada Tabel 6 terlihat hasil untuk algoritma *cosine based similarity*, masing-masing data uji memiliki *similarity* yang berbeda-beda terhadap data latih.. Data uji dengan kode Un1 memiliki kemiripan dengan U1 dan rekomendasi modul yang perlu dipelajari lagi adalah modul dasar HTML (M1), sedangkan untuk modul yang paling dikuasai adalah modul membuat form *login* dengan PHP dan MySql get dan post (M10). Data uji dengan kode Un2 memiliki kemiripan dengan U26 dan rekomendasi modul yang perlu dipelajari lagi adalah modul membuat form *login* dengan PHP dan MySql get dan post (M10), sedangkan untuk modul yang paling dikuasai adalah modul mengenal OOP (M7). Data uji dengan kode Un3 memiliki kemiripan dengan U6 dan rekomendasi modul yang perlu dipelajari lagi adalah modul link dan tabel (M2), sedangkan untuk modul yang paling dikuasai adalah modul mengenal OOP (M7). Data uji dengan kode Un4 memiliki kemiripan dengan U30 dan rekomendasi modul yang perlu dipelajari lagi adalah modul *looping* (M8), sedangkan untuk modul yang paling dikuasai adalah modul dasar HTML (M1). Data uji dengan kode Un5 memiliki kemiripan dengan U13 dan rekomendasi modul yang perlu dipelajari lagi adalah modul membuat form *login* dengan PHP dan MySql get dan post (M10), sedangkan untuk modul yang paling dikuasai adalah modul mengenal PHP (M9).

Masing-masing hasil pengujian *confusion matrix* pada algoritma *adjusted cosine similarity* tersebut dapat dilihat pada Tabel 8. Namun sebelum mengetahui hasil dari *confusion matrix* maka perlu mengklasifikasikan label positif dan negatif seperti pada Tabel 7 yang terdiri dari TP = 21, TN = 17, FP = 6, dan FN = 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan *Cosine Based Similarity*

	Un1, U1	Un2, U26	Un3, U6	Un4, U30	Un5, U13
M1	4,33	3,33	3,67	4,33	3,33
M2	4,67	3	1,33	4	3
M3	5,33	2	5,67	3	5,33
M4	6	3,33	5,33	4	2
M5	4,67	4	4	3	3
M6	6	2,67	3	4,33	4,67
M7	5,67	4,33	6	3,33	4,33
M8	5	4	6	1,67	4
M9	5,67	2,67	5,33	2,67	6,33
M10	6,67	2	4,33	3	1

Tabel 7. *Confusion Matrix Cosine Based Similarity*

	Negatif	Positif
Negatif	17	6
Positif	6	21

Tabel 8 Hasil Pengujian *Cosine Based Similarity*

Accuracy	76%
Precision	78%
Recall	78%
F1	78%

Sedangkan untuk pengujian MAE pada algoritma *cosine based similarity* adalah 1,19, dapat dilihat pada Tabel 9. Hasil MAE tersebut dihitung pada masing-masing data uji kemudian diambil rata-rata dari semua data uji.

Tabel 9. Hasil Pengujian MAE *Cosine Based Similarity*

Prediksi	Total MAE
Un1, U1	2,1
Un2, U26	0,85
Un3, U6	1,2
Un4, U30	0,75
Un5, U13	1,07
<b>Rerata MAE</b>	1,19

Pada Tabel 10 terlihat hasil untuk algoritma *spearman rank order correlation*, masing-masing data uji memiliki *similarity* yang berbeda-beda terhadap data latih.. Data uji dengan kode Un1 memiliki kemiripan dengan U1 dan rekomendasi modul yang perlu dipelajari lagi adalah modul dasar HTML (M1), sedangkan untuk modul yang paling dikuasai adalah modul membuat form *login* dengan PHP dan MySQL get dan post (M10). Data uji dengan kode Un2 memiliki kemiripan dengan U18 dan rekomendasi modul yang perlu dipelajari lagi adalah modul dasar pemrograman web *client*, HTML dan javascript (M6), sedangkan untuk modul yang paling dikuasai adalah modul *looping* (M8). Data uji dengan kode Un3 memiliki kemiripan dengan U26 dan rekomendasi modul yang perlu dipelajari lagi adalah modul membuat form *login* dengan PHP dan MySQL get dan post (M10), sedangkan untuk modul yang paling dikuasai adalah modul mengenal OOP (M7). Data uji dengan kode Un4 memiliki kemiripan dengan U30 dan rekomendasi modul yang perlu dipelajari lagi adalah modul *looping* (M8), sedangkan untuk modul yang paling dikuasai adalah modul dasar HTML (M1). Data uji dengan kode Un5 memiliki kemiripan dengan U26 dan rekomendasi modul yang perlu dipelajari lagi adalah modul membuat form *login* dengan PHP dan MySQL get dan post (M10), sedangkan untuk modul yang paling dikuasai adalah modul mengenal OOP (M7).

Tabel 10. Hasil Perhitungan *Spearman Rank Order Correlation*

	Un1, U1	Un2, U18	Un3, U26	Un4, U30	Un5, U26
<b>M1</b>	4,33	4	3,33	4,33	3,33
<b>M2</b>	4,67	4	3	4	3
<b>M3</b>	5,33	3	2	3	2
<b>M4</b>	6	4,33	3,33	4	3,33

	Un1, U1	Un2, U18	Un3, U26	Un4, U30	Un5, U26
<b>M5</b>	4,67	4,33	4	3	4
<b>M6</b>	6	2,33	2,67	4,33	2,67
<b>M7</b>	5,67	4,33	4,33	3,33	4,33
<b>M8</b>	5	5,67	4	1,67	4
<b>M9</b>	5,67	3,67	2,67	2,67	2,67
<b>M10</b>	6,67	2,67	2	3	2

Masing-masing hasil pengujian *confusion matrix* pada algoritma *spearman rank order correlation* tersebut dapat dilihat pada Tabel 12. Namun sebelum mengetahui hasil dari *confusion matrix* maka perlu mengklasifikasikan label positif dan negatif seperti pada Tabel 11. Yang terdiri dari TP = 15, TN = 13, FP = 9, dan FN = 9.

Tabel 11. *Confusion Matrix Spearman Rank Order Correlation*

	Negatif	Positif
Negatif	13	9
Positif	9	15

Tabel 12. Hasil Pengujian *Spearman Rank Order Correlation*

Accuracy	61%
Precision	63%
Recall	63%
F1	63%

Sedangkan untuk pengujian MAE pada *spearman rank order correlation* adalah 1,69, dapat dilihat pada Tabel 9. Hasil MAE tersebut dihitung pada masing-masing data uji kemudian diambil rata-rata dari semua data uji.

Tabel 13. Hasil Pengujian MAE *Spearman Rank Order Correlation*

Prediksi	Total MAE
Un1, U1	4,57
Un2, U18	0,97
Un3, U26	1,12
Un4, U30	0,75
Un5, U26	1,02
<b>Rerata MAE</b>	1,69

### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini mengusulkan untuk mengembangkan sistem rekomendasi untuk membantu guru dalam mengetahui kemampuan siswa. Selain itu siswa juga dapat mengetahui modul mana yang mereka telah kuasai dan modul mana yang perlu mereka pelajari lagi. Dalam kasus ini materi pemrograman web dengan 10 modul yang dijadikan bahan rekomendasi dengan 3 kriteria yang menjadi acuan pertimbangan yaitu jumlah jawaban benar, waktu pengerjaan dalam satuan detik, dan skor.

Penggunaan metode *collaborative filtering* dengan membanding 3 algoritma didapatkan bahwa

algoritma *cosine based similarity* merupakan yang terbaik karena memiliki nilai error MAE yang paling rendah yaitu 1,19. Sedangkan untuk algoritma yang memiliki eror paling tinggi yaitu *adjusted based similarity* dengan nilai MAE yaitu 1,88. Namun jika dilihat dari nilai *confusion matrix* algoritma *adjusted based similarity* dan *cosine based similarity* memiliki nilai akurasi yang sama. Sedangkan untuk *spearman rank order correlation* memiliki nilai yang paling rendah dibandingkan algoritma lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Nurwiati, "Pengaruh Pengembangan Kurikulum Merdeka Belajar Dan Kesiapan Kepala Sekolah Terhadap Penyesuaian Pembelajaran Di Sekolah," *EDUSAINTEK J. Pendidikan, Sains dan Teknol.*, vol. 9, no. 2, pp. 472–487, 2022.
- [2] P. Rahmadhani, D. Widya, and M. Setiawati, "Dampak Transisi Kurikulum 2013 Ke Kurikulum Merdeka Belajar Terhadap Minat Belajar Siswa," *JUPEIS J. Pendidik. dan Ilmu Sos.*, vol. 1, no. 4, pp. 41–49, 2022.
- [3] D. L. Angraini, M. Yulianti, S. N. Faizah, and N. P. B. Pandiangan, "Peran Guru Dalam Mengembangkan Kurikulum Merdeka," *J. Ilmu Pendidik. dan Sos.*, vol. 1, no. 3, pp. 290–298, 2022.
- [4] R. A. Nadhifah, Y. M. Arif, H. Nurhayati, and L. S. Angreani, "Performance of Multi-Criteria Recommender System Using Cosine-Based Similarity for Selecting Halal Tourism," *Appl. Inf. Syst. Manag.*, vol. 5, no. 2, pp. 111–116, 2022.
- [5] S. M. Al-Ghuribi and S. A. Mohd Noah, "Multi-Criteria Review-Based Recommender System-The State of the Art," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 169446–169468, 2019.
- [6] A. N. Khusna, K. P. Delasano, and D. C. E. Saputra, "Penerapan User-Based Collaborative Filtering Algorithm Studi Kasus Sistem Rekomendasi untuk Menentukan Gadget Shield," *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 20, no. 2, pp. 293–304, 2021.
- [7] H. Hartatik, S. D. Nurhayati, and W. Widayani, "Sistem Rekomendasi Wisata Kuliner di Yogyakarta dengan Metode Item-Based Collaborative Filtering," *J. Autom. Comput. Inf. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 55–63, 2021.
- [8] D. I. Mulyana and Marjuki, "Optimasi Prediksi Harga Udang Vaname Dengan Metode RMSE Dan MAE Dalam Algoritma Regresi Linier," *J. Ilm. Betrik*, vol. 13, no. 1, pp. 50–58, 2022.
- [9] M. Fadhilah, Martanto, and I. Ali, "Prediksi Jumlah Produksi Sablon Tahun Menggunakan Algoritma Regresi Linear di Nolbas SVNR," *Intern. (Information Syst. J.)*, vol. 6, no. 1, pp. 22–32, 2023.