

Rekomendasi Pemilihan Media Tatap Muka Pembelajaran Daring Menggunakan Metode ELECTRE

Elisabeth Y. Yolasb¹, Lanny Sitanayah^{2*}, Vivie D. Kumenap³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Katolik De La Salle Manado, Manado, Indonesia
Email:lsitanayah@unikadelasalle.ac.id*

Abstract— The COVID-19 outbreak that has hit the whole world, including Indonesia, has disrupted community activities, making people in various countries have to stay at home to break the COVID-19 chain. One of the activities affected is the teaching and learning activity. The teaching and learning activity, which should be a face-to-face activity, has to be replaced by using an online system. Due to many existing online learning platforms, it is difficult for educators to determine an appropriate online learning platform or application to support the needs of students. This study proposes a recommendation system, which is built using the *Elimination Et Choix Traduisant La Realite* (ELECTRE) method, to select an online learning platform. This method is able to process the weight of the value of each criterion and alternative used in order to get the final result in the form of an appropriate alternative. The result of this study is a recommendation system that can assist educators to choose an appropriate online learning platform.

Keywords— Decision Support System, Recommendation, Online Learning Platform, ELECTRE.

Abstrak— Wabah COVID-19 yang melanda seluruh dunia termasuk Indonesia membuat kegiatan masyarakat menjadi terganggu sehingga membuat masyarakat di berbagai negara harus tetap diam di rumah untuk memutus mata rantai COVID-19. Salah satu kegiatan yang terkena dampaknya yaitu kegiatan belajar mengajar. Kegiatan belajar mengajar yang seharusnya merupakan kegiatan tatap muka, terpaksa diganti dengan menggunakan sistem dalam jaringan. Banyaknya platform pembelajaran daring yang ada membuat tenaga pendidik sulit untuk menentukan media platform atau aplikasi yang sesuai untuk menunjang kebutuhan belajar siswa ataupun mahasiswa. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem untuk rekomendasi pemilihan media tatap muka pembelajaran daring, yang dibangun dengan menggunakan metode *Elimination Et Choix Traduisant La Realite* (ELECTRE). Metode ini mampu memproses bobot dari nilai masing-masing kriteria dan alternatif yang digunakan sehingga mendapatkan hasil akhir berupa alternatif yang sesuai. Hasil dari penelitian ini yaitu sistem rekomendasi pemilihan media tatap muka yang dapat membantu tenaga pengajar dalam memilih media pembelajaran daring yang sesuai.

Kata Kunci— Sistem Pendukung Keputusan, Rekomendasi, Media Pembelajaran Daring, ELECTRE.

I. PENDAHULUAN

Pada awal tahun 2020, pneumonia jenis baru yang berasal dari Wuhan Provinsi Hubei mengejutkan dunia, dan kemudian dengan cepat menyebar ke 190 negara di seluruh dunia. Wabah ini disebut *Coronavirus Disease 2019* (COVID-19). Akibat dari wabah ini, aktivitas masyarakat di semua negara terganggu, dan masyarakat di semua negara harus tetap tinggal di rumah untuk memutus mata rantai COVID-19 dan mencegah penyebarannya lebih jauh.

Indonesia merupakan salah satu dari 190 negara yang terkena wabah COVID-19, sehingga pemerintah menerapkan kebijakan *work from home*. Kebijakan ini merupakan upaya yang diterapkan pemerintah agar masyarakat dapat menyelesaikan semua pekerjaannya dari rumah. Pendidikan di Indonesia juga menjadi salah satu area yang harus menerapkan kebijakan *work from home*. Untuk mendukung upaya pemerintah memutus mata rantai COVID-19, Kementerian Pendidikan Republik Indonesia telah mengambil kebijakan menutup sekolah dan perguruan tinggi dan kemudian mengganti proses belajar mengajar dengan sistem dalam jaringan (daring) [1].

Media pembelajaran merupakan sarana komunikasi audiovisual antara tenaga pendidik dan peserta didik sehingga mereka dapat berinteraksi secara langsung tanpa

harus bertemu. Media pembelajaran merupakan salah satu sarana yang mempermudah proses pembelajaran, apalagi Indonesia saat ini sedang berjuang melawan pandemi COVID-19. Banyak platform pembelajaran tatap muka yang dapat dengan mudah diakses dengan gratis untuk mendukung proses belajar mengajar. Banyak pilihan media pembelajaran yang tersedia untuk tenaga pendidik dalam menentukan media pembelajaran apa yang sesuai untuk digunakan. Proses pengambilan keputusan tersebut diperlukan untuk membuat kegiatan belajar mengajar menjadi lebih efektif.

Mengingat pentingnya media pembelajaran sebagai sumber belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran, maka tenaga pendidik harus dapat menentukan sumber belajar yang tepat [2]. Dalam menentukan media pembelajaran tatap muka, seringkali tenaga pendidik tidak dapat menentukan media platform atau aplikasi yang sesuai untuk menunjang kebutuhan belajar siswa ataupun mahasiswa. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penulis membangun sistem rekomendasi pemilihan media tatap muka pembelajaran daring menggunakan metode *Elimination Et Choix Traduisant La Realite* (ELECTRE) yang dapat mempermudah tenaga pendidik dalam memilih media pembelajaran yang efektif untuk menunjang kebutuhan belajar. Metode ELECTRE merupakan salah

satu algoritma sistem pendukung keputusan yang bekerja dengan cara mengolah bobot dari setiap kriteria dan alternatif yang digunakan. Metode ini menghasilkan nilai akhir yang mutlak yang digunakan untuk mengambil keputusan [3]. Penulis menggunakan metode ELECTRE karena metode ini merupakan salah satu model pengambilan keputusan multi-kriteria yang terbukti efektif dalam menghasilkan peringkat untuk beberapa masalah pengambilan keputusan dan terbukti lebih unggul dibandingkan dengan metode kontemporer lainnya seperti PROMETHEE.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pembelajaran daring adalah pembelajaran jarak jauh dengan menggunakan bantuan Internet yang memiliki aksesibilitas, konektivitas, fleksibilitas, dan kemampuan untuk memberikan banyak interaksi pembelajaran. Penggunaan Internet dan teknologi multimedia dapat mengubah cara mentransfer pengetahuan dan dapat menggantikan metode pembelajaran di kelas tradisional. Berbagai komponen yang diperlukan agar pembelajaran daring dapat berjalan dengan baik yaitu perangkat-perangkat *mobile* seperti laptop, komputer, *smartphone*, atau *tablet* yang dapat digunakan untuk mengakses informasi di mana saja dan kapan saja [4]. Dalam pembelajaran daring, terdapat media pembelajaran daring yang membantu agar kegiatan pembelajaran menjadi lebih efektif. Terdapat berbagai media pembelajaran yang tersedia saat ini, seperti Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, WhatsApp Video, dan lain sebagainya.

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah sistem berbasis komputer yang interaktif, yang dapat membantu dalam mengambil keputusan dengan memanfaatkan data dan model untuk menyelesaikan masalah [5]. SPK memiliki 4 tahapan dalam proses pengambilan keputusan, yaitu [6]:

1. Tahapan *Intelligence*

Tahap ini merupakan proses pengenalan masalah dari ruang lingkup problematika. Data yang dimasukkan kemudian diperoleh, diproses dan diuji untuk mengidentifikasi masalah.

2. Tahapan *Design*

Tahap ini merupakan proses untuk menemukan, mengembangkan dan menganalisis tindakan yang mungkin bisa dilakukan.

3. Tahapan *Choice*

Pada tahapan ini akan dilakukan pemilihan di antara beberapa alternatif yang dapat dijalankan. Hasil pemilihan tersebut akan digunakan dalam tahapan *implementation*.

4. Tahapan *Implementation*

Tahap ini merupakan tahap terakhir pada SPK, dimana pelaksanaan tindakan untuk sistem yang telah dibuat sudah sesuai dengan kebutuhan atau tidak.

Metode *Elimination Et Choix Traduisant La Realite* (ELECTRE) merupakan salah satu metode Sistem Pendukung Keputusan. ELECTRE merupakan pengambilan keputusan multi-kriteria, yang didasarkan pada konsep peringkat, melalui penggunaan perbandingan berpasangan dari alternatif yang ada berdasarkan masing-masing kriteria yang sesuai. Metode ELECTRE digunakan

untuk kondisi yang dapat menghasilkan alternatif yang sesuai. Pada metode ini suatu alternatif dikatakan mendominasi alternatif lain apabila satu atau lebih kriteria yang ada pada alternatif tersebut melebihi kriteria lain yang tersisa [7].

Metode ELECTRE dimulai dengan pembentukan matriks perbandingan berpasangan setiap alternatif di setiap kriteria (x_{ij}). Nilai X ini kemudian dinormalisasikan ke dalam suatu skala yang dapat diperbandingkan (r_{ij}) [8]. Langkah-langkah penerapan metode ELECTRE adalah sebagai berikut:

1. Membentuk matriks perbandingan berpasangan pada setiap alternatif di setiap kriteria.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

2. Melakukan normalisasi sehingga diperoleh matriks R hasil ternormalisasi.

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

n adalah jumlah alternatif dan m adalah jumlah kriteria. Metode ELECTRE menggunakan rumus normalisasi sebagai berikut:

$$= \frac{x_{ij}}{\sum_i^m x_{ij}} \text{ dengan } i = (1, 2, \dots, m) \text{ dan } j = (1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

3. Memberikan bobot pada setiap kriteria.

Selanjutnya yaitu memberikan bobot pada setiap kriteria yang menunjukkan kepentingan relatifnya (w_j).

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & w_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

Dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$w = w_1, w_2, \dots, w_n; \text{ dengan } \sum_{j=1}^m w_j = 1 \quad (5)$$

4. Menentukan matriks ternormalisasi terbobot dengan cara mengalikan bobot dengan matriks perbandingan berpasangan membentuk matriks V .

$$\begin{bmatrix} v_{11} & \cdots & v_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} & \cdots & v_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & \cdots & w_n r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & \cdots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$v_{ij} = w_j \cdot r_{ij} \quad (7)$$

5. Menentukan *index concordance* dan *index discordance*.

- a. Himpunan *index concordance* (c_{kl}) menunjukkan penjumlahan bobot kriteria. Persamaan yang digunakan untuk menentukan *index concordance* adalah:

$$C_{kl} = \{j \mid V_{kj} \geq V_{ij}\} \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

- b. Himpunan *index discordance* (d_{kl}) diberikan sebagai:

$$D_{kl} = \{j \mid V_{kj} \geq V_{ij}\} \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

Index concordance dan *index discordance* ini dilakukan untuk setiap pasangan alternatif dengan melakukan taksiran terhadap relasi perbandingan untuk setiap pasangan alternatif A ($k = 1, 2, \dots, m$).

- c. Membentuk matriks *concordance* (C) dengan menggunakan persamaan:

$$C_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j \quad (10)$$

Matriks *Concordance* (C) berisi elemen-elemen yang dihitung dengan menjumlahkan bobot atribut yang termasuk dalam *index concordance*.

- d. Membentuk matriks *discordance* (D) dengan menggunakan persamaan:

$$d_{kl} = \frac{\max\{v_{kj} - v_{lj}\} | j \in D_{kl}}{\max\{v_{kj} - v_{lj}\} | \forall j} \quad (11)$$

- e. Membangun matriks *concordance* dominan F . Matriks-matriks tersebut dapat dibangun dengan bantuan suatu nilai ambang (*threshold*) c . Nilai c dapat diperoleh dengan persamaan:

$$\underline{c} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^m c_{kl}}{m(m-1)} \quad (12)$$

Alternatif A_k dapat memiliki kesempatan untuk dominasi A_l , jika *index concordance* c_{kl} melebihi *threshold* $\underline{c}$, dimana

$$c_{kl} \geq \underline{c} \quad (13)$$

Elemen-elemen dari matriks *concordance* dominan F ditentukan sebagai:

$$F_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{jika } c_{kl} \geq c \\ 0, & \text{jika } c_{kl} < c \end{cases} \quad (14)$$

- f. Membangun matriks *discordance* dominan G . Matriks ini dibangun dengan bantuan *threshold* d . Nilai d dapat diperoleh dengan persamaan:

$$\underline{d} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^m d_{kl}}{m(m-1)} \quad (15)$$

Elemen-elemen dari matriks *concordance* dominan F ditentukan sebagai:

$$G_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{jika } d_{kl} \geq d \\ 0, & \text{jika } d_{kl} < d \end{cases} \quad (16)$$

- g. Melakukan agregasi dari matriks dominan (E). Agregasi dari matriks dominan (E) yang menunjukkan urutan preferensi parsial dari alternatif-alternatif, diperoleh dengan persamaan:

$$e_{kl} = f_{kl} \times g_{kl} \quad (17)$$

Metode ELECTRE ini memiliki kelebihan yaitu dapat menangani kasus-kasus yang memiliki banyak alternatif dalam pemilihan, sedangkan kelemahan dari metode ini adalah saat pemilihan metode ini hanya melibatkan sedikit kriteria. Metode ELECTRE telah diimplementasikan pada beberapa SPK sebelumnya, seperti SPK untuk membantu mahasiswa dalam memilih bidang peminatan tugas akhir yang akan dikerjakan [9], SPK untuk membantu perusahaan dalam memilih karyawan yang layak untuk menjadi karyawan terbaik [10], dan SPK untuk membantu seleksi penerima beasiswa yang dapat mengeliminasi kandidat yang tidak memenuhi syarat [7].

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam membangun sistem ini adalah metode *Rapid Application Development* (RAD). RAD adalah metode pengembangan perangkat lunak yang bersifat inkremental terutama untuk waktu pengerjaan yang pendek. Terdapat 4 tahapan pada metode RAD untuk membangun sistem, yaitu [11]:

1. Requirements Planning

Pada tahap ini, pengembang akan bertemu dengan pengguna untuk membicarakan mengenai masalah yang ada, kemudian akan membahas mengenai solusi untuk menyelesaikan masalah tersebut sesuai dengan kebutuhan pengguna.

2. User Design

Pada tahap ini, pengembang bersama dengan pengguna akan memodelkan sistem yang akan dibangun. Pada proses ini juga pengembang melakukan perbaikan-perbaikan agar sistem yang dibangun sesuai dengan kebutuhan pengguna.

3. Construction

Tahap ini merupakan fokus dalam pembangunan sistem berdasarkan perancangan yang dilakukan di tahap sebelumnya. Pada tahap ini, harus dipastikan sistem yang dibangun telah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tahap ini juga memungkinkan pengguna untuk berpartisipasi dan memberikan saran untuk meningkatkan sistem yang dikembangkan.

4. Cutover

Tahap ini merupakan tahap terakhir pada metode RAD yang berisi pengujian untuk melihat apakah sistem sudah berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna atau tidak. Pada tahap ini juga dilakukan pelatihan kepada pengguna oleh pengembang agar pengguna dapat menggunakan sistem baru yang telah dikembangkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjelaskan mengenai hasil dan pembahasan yang dilakukan berdasarkan metode *Rapid Application Development* (RAD).

1. Requirements Planning

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah dan juga pengumpulan data yang berguna untuk membangun sistem. Sistem yang dibangun yaitu sistem untuk rekomendasi pemilihan media tatap muka pembelajaran daring menggunakan metode ELECTRE. Berikut merupakan tabel sampel pemilihan media tatap muka yang diperoleh berdasarkan hasil kuesioner yang telah dibagikan sebelumnya. Kriteria dan bobot yang digunakan dalam pemilihan media tatap muka adalah:

TABEL I. PEMBOBOTAN KRITERIA KEMUDAHAN AKSES (K1)

Kemudahan Akses (K1)	Bobot
Dapat digunakan di web	2
Dapat digunakan di <i>mobile app</i>	3
Dapat digunakan keduanya	5

TABEL II. PEMBOBOTAN KRITERIA KAPASITAS PESERTA (K2)

Kapasitas Peserta (K2)	Bobot
0-10	1
10-30	2
30-50	3
50-100	4
100-300	5

TABEL III. PEMBOBOTAN KRITERIA BATAS WAKTU AKSES (K3)

Batas Waktu Akses (K3)	Bobot
1-40 menit	2
40 menit-1 jam	3
1-24 jam	4
Unlimited	5

TABEL IV. PEMBOBOTAN KRITERIA DIDUKUNG KUOTA KEMENDIKBUD (K4)

Didukung Kuota Kemendikbud (K4)	Bobot
Tidak	1
Ya	5

Bobot pengambilan keputusan dari masing-masing kriteria yang digunakan dapat dilihat pada Tabel V.

TABEL V. BOBOT PENGAMBILAN KEPUTUSAN

Kode Kriteria	Nama Kriteria	Bobot
K1	Kemudahan Akses	5
K2	Kapasitas Peserta	3
K3	Batas Waktu Akses	3
K4	Didukung Kuota Kemendikbud	5

Sampel pemilihan media tatap muka yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel VI.

TABEL VI. SAMPEL PEMILIHAN MEDIA TATAP MUKA

Kode Alternatif	Nama Alternatif	Nilai Kriteria			
		K1	K2	K3	K4
A1	Zoom	5	4	2	5
A2	Google Meet	5	4	3	5
A3	Microsoft Teams	2	5	4	5
A4	WhatsApp Video	3	2	5	5

Berikut dilakukan perhitungan menggunakan metode ELECTRE:

a) Normalisasi Kriteria Kemudahan Akses (K1)

$$\text{Nilai } |X_1| = \sqrt{5^2 + 5^2 + 2^2 + 3^2} = 7,937$$

$$A_{11} = \frac{5}{7,937} = 0,629 \quad A_{21} = \frac{5}{7,937} = 0,629$$

$$A_{31} = \frac{2}{7,937} = 0,252 \quad A_{41} = \frac{3}{7,937} = 0,378$$

b) Normalisasi Kriteria Kapasitas Peserta (K2)

$$\text{Nilai } |X_2| = \sqrt{4^2 + 4^2 + 5^2 + 2^2} = 7,810$$

$$A_{12} = \frac{4}{7,810} = 0,512 \quad A_{22} = \frac{4}{7,810} = 0,512$$

$$A_{32} = \frac{5}{7,810} = 0,640 \quad A_{42} = \frac{2}{7,810} = 0,256$$

c) Normalisasi Kriteria Batas Waktu Akses (K3)

$$\text{Nilai } |X_3| = \sqrt{2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2} = 7,348$$

$$A_{13} = \frac{2}{7,348} = 0,272 \quad A_{23} = \frac{3}{7,348} = 0,408$$

$$A_{33} = \frac{4}{7,348} = 0,544 \quad A_{43} = \frac{5}{7,348} = 0,680$$

d) Normalisasi Kriteria Didukung Kuota Kemendikbud (K4)

$$\text{Nilai } |X_4| = \sqrt{5^2 + 5^2 + 5^2 + 5^2} = 10$$

$$A_{14} = \frac{5}{10} = 0,5 \quad A_{24} = \frac{5}{10} = 0,5$$

$$A_{34} = \frac{5}{10} = 0,5 \quad A_{44} = \frac{5}{10} = 0,5$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh matriks R, yaitu:

$$R = \begin{bmatrix} 0,629 & 0,512 & 0,272 & 0,5 \\ 0,629 & 0,512 & 0,408 & 0,5 \\ 0,252 & 0,640 & 0,544 & 0,5 \\ 0,378 & 0,256 & 0,680 & 0,5 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya dilakukan pembobotan hasil normalisasi matriks keputusan. Berikut merupakan hasil normalisasi matriks keputusan $W = \{5, 3, 3, 5\}$.

a) Normalisasi Kriteria Kemudahan Akses (K1)

$$B_{11} = (5) (0,629) = 3,149 \quad B_{21} = (5) (0,629) = 3,149$$

$$B_{31} = (5) (0,252) = 1,259 \quad B_{41} = (5) (0,378) = 1,889$$

b) Normalisasi Kriteria Kapasitas Peserta (K2)

$$B_{12} = (3) (0,512) = 1,536 \quad B_{22} = (3) (0,512) = 1,536$$

$$B_{32} = (3) (0,640) = 1,92 \quad B_{42} = (3) (0,256) = 0,768$$

c) Normalisasi Kriteria Batas Waktu Akses (K3)

$$B_{13} = (3) (0,272) = 0,816 \quad B_{23} = (3) (0,408) = 1,224$$

$$B_{33} = (3) (0,544) = 1,633 \quad B_{43} = (3) (0,680) = 2,041$$

d) Normalisasi Didukung Kuota Kemendikbud (K4)

$$B_{14} = (5) (0,5) = 2,5 \quad B_{24} = (5) (0,5) = 2,5$$

$$B_{34} = (5) (0,5) = 2,5 \quad B_{44} = (5) (0,5) = 2,5$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh matriks V:

$$V = \begin{bmatrix} 3,149 & 1,536 & 0,816 & 2,5 \\ 3,149 & 1,536 & 1,224 & 2,5 \\ 1,259 & 1,92 & 1,633 & 2,5 \\ 1,889 & 0,768 & 2,041 & 2,5 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya yang dilakukan yaitu menentukan himpunan *concordance*.

$$C_{11} = -$$

$$C_{12} = \{3,149 \geq 3,149\} \quad \checkmark$$

$$\{1,536 \geq 1,536\} \quad \checkmark$$

$$\{0,816 \geq 1,224\} \quad \times$$

$$\{2,5 \geq 2,5\} \quad \checkmark$$

$$C_{12} = \{1,2,4\}$$

$$C_{12} = W_1 + W_2 + W_4 = 5 + 3 + 5 = 13$$

$$C_{13} = \{3,149 \geq 1,259\} \quad \checkmark$$

$$\{1,536 \geq 1,902\} \quad \times$$

$$\{0,816 \geq 1,633\} \quad \times$$

$$\{2,5 \geq 2,5\} \quad \checkmark$$

$$C_{13} = \{1,4\}$$

$$C_{13} = W_1 + W_4 = 5 + 5 = 10$$

$$C_{14} = \{3,149 \geq 1,889\} \quad \checkmark$$

$$\{1,536 \geq 0,768\} \quad \checkmark$$

$$\{0,816 \geq 2,041\} \quad \times$$

$$\{2,5 \geq 2,5\} \quad \checkmark$$

$$C_{14} = \{1,2,4\}$$

$$C_{14} = W_1 + W_2 + W_4 = 5 + 3 + 3 = 13$$

$$C_{21} = \{3,149 \geq 3,149\} \quad \checkmark$$

$$\{1,536 \geq 1,536\} \quad \checkmark$$

$$\{1,920 \geq 0,816\} \quad \checkmark$$

$$\{2,5 \geq 2,5\} \quad \checkmark$$

$$C_{21} = \{1,2,3,4\}$$

$$C_{21} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 5 + 3 + 3 + 5 = 16$$

$$C_{22} = -$$

$$C_{23} = \{3,149 \geq 1,259\} \quad \checkmark$$

$$\{1,536 \geq 1,920\} \quad \times$$

$$\{1,224 \geq 1,633\} \quad \times$$

$$\{2,5 \geq 2,5\} \quad \checkmark$$

$$C_{23} = \{1,4\}$$

$$C_{23} = W_1 + W_4 = 5 + 5 = 10$$

$$\begin{aligned}
 C_{24} &= \{3,149 \geq 1,889\} \quad \checkmark \\
 &\{1,536 \geq 0,76\} \quad \checkmark \\
 &\{1,224 \geq 2,041\} \quad \times \\
 &\{2,5 \geq 2,5\} \quad \checkmark \\
 C_{24} &= \{1,2,4\} \\
 C_{24} &= W_1 + W_2 + W_4 = 5 + 3 + 5 = 13
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{31} &= \{1,259 \geq 3,149\} \quad \times \\
 &\{1,920 \geq 1,536\} \quad \checkmark \\
 &\{1,633 \geq 0,816\} \quad \checkmark \\
 &\{2,5 \geq 2,5\} \quad \checkmark
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{31} &= \{2,3,4\} \\
 C_{31} &= W_2 + W_3 + W_4 = 3 + 3 + 5 = 11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{32} &= \{1,259 \geq 3,149\} \quad \times \\
 &\{1,920 \geq 1,536\} \quad \checkmark \\
 &\{1,633 \geq 1,224\} \quad \checkmark \\
 &\{2,5 \geq 2,5\} \quad \checkmark
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{32} &= \{2,3,4\} \\
 C_{32} &= W_2 + W_3 + W_4 = 3 + 3 + 5 = 11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{33} &= - \\
 C_{34} &= \{1,259 \geq 1,889\} \quad \times \\
 &\{1,920 \geq 0,768\} \quad \checkmark \\
 &\{1,633 \geq 2,041\} \quad \checkmark \\
 &\{2,5 \geq 2,5\} \quad \checkmark
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{34} &= \{3,4\} \\
 C_{34} &= W_3 + W_4 = 3 + 5 = 8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{41} &= \{1,088 \geq 3,149\} \quad \times \\
 &\{0,768 \geq 1,536\} \quad \times \\
 &\{2,041 \geq 0,816\} \quad \checkmark \\
 &\{2,5 \geq 2,5\} \quad \checkmark
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{41} &= \{3,4\} \\
 C_{41} &= W_3 + W_4 = 3 + 5 = 8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{42} &= \{1,088 \geq 3,149\} \quad \times \\
 &\{0,768 \geq 1,536\} \quad \times \\
 &\{2,041 \geq 1,224\} \quad \checkmark \\
 &\{2,5 \geq 2,5\} \quad \checkmark
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{42} &= \{3,4\} \\
 C_{42} &= W_3 + W_4 = 3 + 5 = 8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{43} &= \{1,888 \geq 1,259\} \quad \times \\
 &\{0,768 \geq 1,902\} \quad \times \\
 &\{2,041 \geq 1,633\} \quad \checkmark \\
 &\{2,5 \geq 2,5\} \quad \checkmark
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{43} &= \{3,4\} \\
 C_{43} &= W_1 + W_3 + W_4 = 3 + 5 = 8 \\
 C_{44} &= -
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh hasil berupa matriks *concordance*, yaitu:

$$C = \begin{bmatrix} - & 13 & 19 & 13 \\ 16 & - & 9 & 13 \\ 11 & 11 & - & 8 \\ 8 & 8 & 13 & - \end{bmatrix}$$

Kemudian yang dilakukan selanjutnya adalah menentukan himpunan *discordance*.

$$\begin{aligned}
 D_{11} &= - \\
 D_{12} &= \{3,149 \geq 3,149\} \quad \times \\
 &\{1,536 \geq 1,534\} \quad \times \\
 &\{0,816 \geq 1,224\} \quad \checkmark
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{12} &= \{2,5 \geq 2,5\} \quad \times \\
 &\{3\} \\
 D_{12} &= \frac{\max\{|0,816 - 1,224|\}}{\max\{|3,149 - 3,149|; |1,536 - 1,534|; |0,816 - 1,224|; |2,5 - 2,5|\}} \\
 &= \frac{\max\{0,408\}}{\max\{0,0; |0|; |0,408|; |0|\}} \\
 &= \frac{0,408}{0,408} = 1 \\
 D_{13} &= \{3,149 \geq 1,259\} \quad \times \\
 &\{1,536 \geq 1,902\} \quad \checkmark \\
 &\{0,816 \geq 1,633\} \quad \checkmark \\
 &\{2,5 \geq 2,5\} \quad \times \\
 D_{13} &= \{2,3\} \\
 D_{13} &= \frac{\max\{|1,536 - 1,902|; |0,816 - 1,633|\}}{\max\{|3,149 - 1,259|; |1,536 - 1,902|; |0,816 - 1,633|; |2,5 - 2,5|\}} \\
 &= \frac{\max\{0,366; |0,817|\}}{\max\{0,0; |0,366|; |0,817|; |0|\}} \\
 &= \frac{0,817}{0,817} = 1 \\
 D_{14} &= \{3,149 \geq 1,889\} \quad \times \\
 &\{1,536 \geq 0,768\} \quad \times \\
 &\{0,816 \geq 2,041\} \quad \checkmark \\
 &\{2,5 \geq 2,5\} \quad \times \\
 D_{14} &= \{3\} \\
 D_{14} &= \frac{\max\{|0,816 - 2,041|\}}{\max\{|3,149 - 1,889|; |1,536 - 0,768|; |0,816 - 2,041|; |2,5 - 2,5|\}} \\
 &= \frac{\max\{1,225\}}{\max\{1,26; |0,768|; |1,225|; |0|\}} \\
 &= \frac{1,225}{1,26} = 0,972
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{21} &= \{3,149 \geq 3,149\} \quad \times \\
 &\{1,536 \geq 0,768\} \quad \times \\
 &\{0,816 \geq 2,041\} \quad \times \\
 &\{2,5 \geq 2,5\} \quad \times \\
 D_{21} &= \{0\} \\
 D_{21} &= \frac{\max\{0\}}{\max\{|3,149 - 3,149|; |1,536 - 0,768|; |0,816 - 2,041|; |2,5 - 2,5|\}} \\
 &= \frac{\max\{0\}}{\max\{0,0; |0|; |1,225|; |0|\}} \\
 &= \frac{0}{0,544} = 0 \\
 D_{22} &= - \\
 D_{23} &= \{3,149 \geq 1,259\} \quad \times \\
 &\{1,536 \geq 1,920\} \quad \checkmark \\
 &\{1,224 \geq 1,633\} \quad \checkmark \\
 &\{2,5 \geq 2,5\} \quad \times \\
 D_{23} &= \{2,3\} \\
 D_{23} &= \frac{\max\{|1,536 - 1,920|; |1,224 - 1,633|\}}{\max\{|3,149 - 1,259|; |3,149 - 1,259|; |1,536 - 1,920|; |2,5 - 2,5|\}} \\
 &= \frac{\max\{0,384; |0,409|\}}{\max\{|1,89|; |0,384|; |0,409|; |0|\}} \\
 &= \frac{0,409}{1,89} = 0,216 \\
 D_{24} &= \{3,149 \geq 1,889\} \quad \times \\
 &\{1,536 \geq 0,76\} \quad \times \\
 &\{1,224 \geq 2,041\} \quad \checkmark \\
 &\{2,5 \geq 2,5\} \quad \times \\
 D_{24} &= \{3\} \\
 D_{24} &= \frac{\max\{|1,224 - 2,041|\}}{\max\{|3,149 - 1,889|; |1,536 - 0,76|; |1,224 - 2,041|; |2,5 - 2,5|\}}
 \end{aligned}$$

$$D_{24} = \frac{\max\{0,817\}}{\max\{1,26; 0,776; 0,817; 0\}} = \frac{0,817}{1,26} = 0,648$$

$$D_{31} = \begin{cases} \{1,259 \geq 3,149\} & \checkmark \\ \{1,920 \geq 1,536\} & \times \\ \{1,633 \geq 0,816\} & \times \\ \{2,5 \geq 2,5\} & \times \end{cases}$$

$$D_{31} = \{1\}$$

$$D_{31} = \frac{\max\{|1,920-1,536|\}}{\max\{|1,259-3,149|; |1,920-1,536|; |1,633-0,816|; |2,5-2,5|\}} = \frac{\max\{1,89\}}{\max\{1,89\}} = 1$$

$$D_{31} = \frac{\max\{1,89\}}{\max\{1,89; 0,384; 0,817; 0\}} = \frac{1,89}{1,89} = 1$$

$$D_{32} = \begin{cases} \{1,259 \geq 3,149\} & \checkmark \\ \{1,920 \geq 1,536\} & \times \\ \{1,633 \geq 1,224\} & \times \\ \{2,5 \geq 2,5\} & \times \end{cases}$$

$$D_{32} = \{1\}$$

$$D_{32} = \frac{\max\{1,259-3,149\}}{\max\{|1,259-3,149|; |1,920-1,536|; |1,633-1,224|; |2,5-2,5|\}} = \frac{\max\{1,89\}}{\max\{1,89\}} = 1$$

$$D_{32} = \frac{\max\{1,89\}}{\max\{1,89; 0,384; 0,409; 0\}} = \frac{1,89}{1,89} = 1$$

$$D_{32} = 1$$

$$D_{33} = -$$

$$D_{34} = \begin{cases} \{1,259 \geq 1,889\} & \checkmark \\ \{1,920 \geq 0,768\} & \times \\ \{1,633 \geq 2,041\} & \times \\ \{2,5 \geq 2,5\} & \times \end{cases}$$

$$D_{34} = \{1\}$$

$$D_{34} = \frac{\max\{|1,259-1,889\}}{\max\{|1,259-1,889|; |1,920-0,768|; |1,633-2,041|; |2,5-2,5|\}} = \frac{\max\{0,63\}}{\max\{0,63\}} = 0,546$$

$$D_{34} = \frac{\max\{0,63\}}{\max\{0,63; 1,152; 0,408; 0\}} = \frac{0,63}{1,152} = 0,546$$

$$D_{41} = \begin{cases} \{1,088 \geq 3,149\} & \checkmark \\ \{0,768 \geq 1,536\} & \checkmark \\ \{2,041 \geq 0,816\} & \times \\ \{2,5 \geq 2,5\} & \times \end{cases}$$

$$D_{41} = \{1,2\}$$

$$D_{41} = \frac{\max\{|1,088-3,149|; |0,768-1,536|\}}{\max\{|1,088-3,149|; |0,768-1,536|; |2,041-0,816|; |2,5-2,5|\}} = \frac{\max\{2,061\}}{\max\{2,061; 0,768\}} = \frac{2,061}{2,061} = 1$$

$$D_{41} = \frac{\max\{2,061\}}{\max\{2,061; 0,768; 1,225; 0\}} = \frac{2,061}{2,061} = 1$$

$$D_{42} = \begin{cases} \{1,088 \geq 3,149\} & \checkmark \\ \{0,768 \geq 1,536\} & \checkmark \\ \{2,041 \geq 1,224\} & \times \\ \{2,5 \geq 2,5\} & \times \end{cases}$$

$$D_{42} = \{1,2\}$$

$$D_{42} = \frac{\max\{|1,088-3,149|; |0,768-1,536|\}}{\max\{|1,088-3,149|; |0,768-1,536|; |2,041-1,224|; |2,5-2,5|\}} = \frac{\max\{2,061\}}{\max\{2,061; 0,768\}} = \frac{2,061}{2,061} = 1$$

$$D_{42} = \frac{\max\{2,061\}}{\max\{2,061; 0,768; 0,817; 0\}} = \frac{2,061}{2,061} = 1$$

$$D_{43} = \begin{cases} \{1,888 \geq 1,259\} & \checkmark \\ \{0,768 \geq 1,902\} & \checkmark \\ \{2,041 \geq 1,633\} & \times \\ \{2,5 \geq 2,5\} & \times \end{cases}$$

$$D_{43} = \{1,2\}$$

$$D_{43} = \frac{\max\{|1,888-1,259|; |0,768-1,902|\}}{\max\{|1,888-1,259|; |0,768-1,902|; |2,041-1,633|; |2,5-2,5|\}} = \frac{\max\{1,687\}}{\max\{1,687; 1,92\}} = \frac{1,687}{1,92} = 0,878$$

$$D_{43} = \frac{\max\{1,687\}}{\max\{1,687; 1,92; 0,544; 0\}} = \frac{1,687}{1,92} = 0,878$$

$$D_{42} = 1$$

Dari perhitungan di atas, diperoleh hasil berupa matriks *discordance*, yaitu:

$$D = \begin{bmatrix} - & 1 & 0,432 & 0,972 \\ 0 & - & 0,216 & 0,648 \\ 1 & 1 & - & 0,546 \\ 1 & 1 & 1 & - \end{bmatrix}$$

Selanjutnya adalah menentukan matriks dominan *concordance* yang diperoleh dengan cara perhitungan nilai *threshold* sebagai berikut:

$$c = \frac{14+9+14+18+9+14+18+18+14+8+8+8}{4(4-1)} = \frac{152}{12} = 11,667$$

$$c = \frac{152}{12} = 11,667$$

Berdasarkan nilai *threshold* yang diperoleh, maka matriks dominan *concordance* adalah sebagai berikut:

$$F = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Dilanjutkan dengan menentukan matriks dominan *discordance*. Untuk menentukan matriks dominan *discordance*, harus dilakukan perhitungan nilai *threshold* sebagai berikut:

$$d = \frac{1+1+0,969+1+0,79+0,283+1+1+1}{4(4-1)} = \frac{8,042}{12} = 0,734$$

$$d = \frac{8,042}{12} = 0,734$$

Berdasarkan nilai *threshold* yang diperoleh, maka matriks dominan *discordance* adalah sebagai berikut:

$$G = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Tahap selanjutnya dilakukan pemilihan alternatif yang paling sesuai dengan menggunakan perhitungan terakhir dari metode ELECTRE. Berikut ini adalah perhitungan dari metode ELECTRE yang akan menentukan alternatif yang akan digunakan.

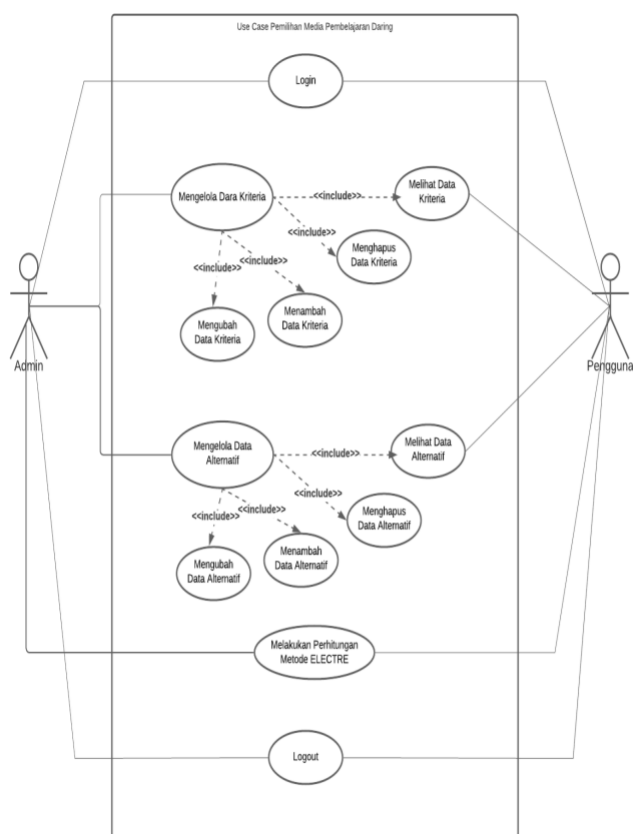
Langkah yang dilakukan yaitu menentukan *aggregate dominance matrix*, yang dilakukan dengan mengalikan nilai *F* dan nilai *G* dari nilai *concordance* dan nilai *discordance*. Berikut adalah hasil yang diperoleh:

$$E = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

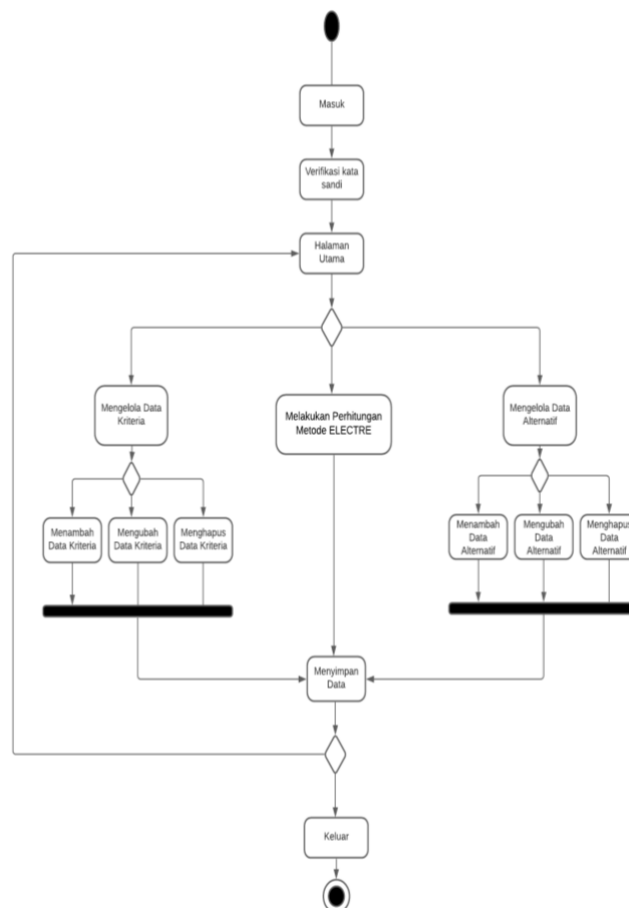
Langkah terakhir yang dilakukan adalah mengeliminasi alternatif yang memiliki nilai 1 paling sedikit. Hasil eliminasi merupakan alternatif yang memiliki paling banyak nilai 1, yang merupakan peringkat satu dari rekomendasi yang diberikan. Berdasarkan perhitungan pada *aggregate dominance matrix* di atas, dapat disimpulkan alternatif 1 memiliki paling banyak nilai 1, yaitu sebanyak 2 buah. Dengan demikian, alternatif yang direkomendasikan untuk dipilih adalah alternatif 1 yaitu Zoom.

2. User Design

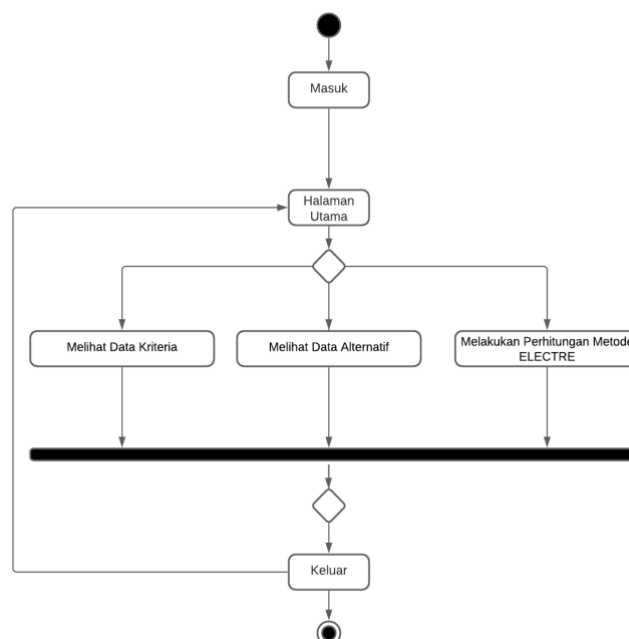
Tahap ini menggambarkan tentang sistem yang dibangun. *Use case diagram* berisi interaksi antara sistem dengan aktor. *Use case diagram* yang digunakan pada rekomendasi pemilihan media tatap muka pembelajaran daring dapat dilihat pada Gbr 1. *Activity diagram* merupakan diagram yang menjelaskan alur kerja sistem secara berurutan mulai dari awal sampai dengan akhir. *Activity diagram* untuk admin dapat dilihat pada Gbr 2 dan untuk pengguna dapat dilihat pada Gbr 3.



Gbr. 1 Use Case Diagram



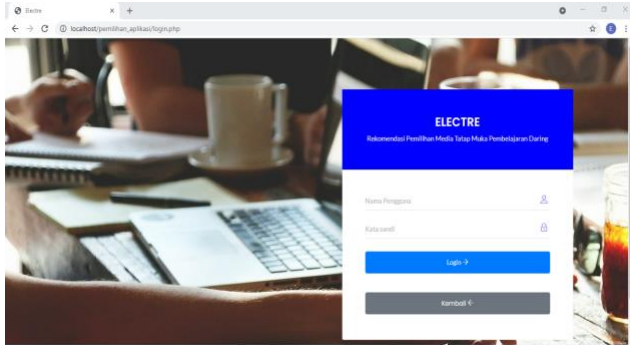
Gbr. 2 Activity Diagram Admin



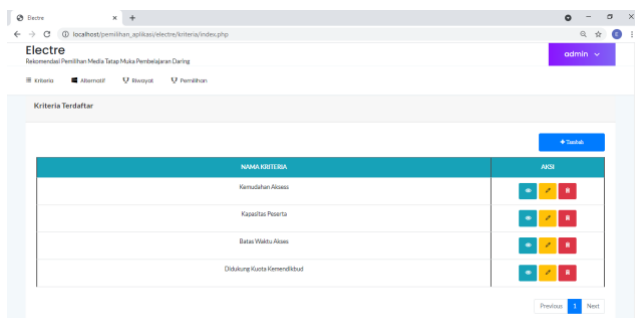
Gbr. 3 Activity Diagram Pengguna

3. Construction

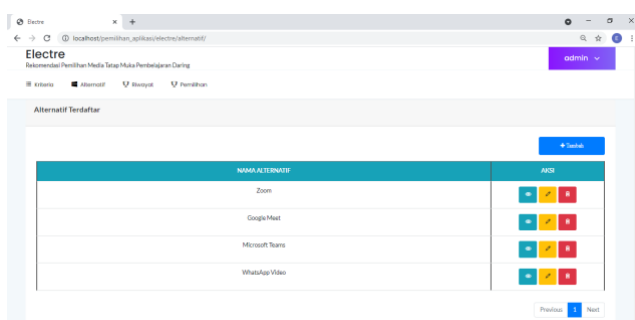
Tahapan ini difokuskan pada pembangunan sistem. Berikut adalah contoh-contoh halaman yang merupakan implementasi dari sistem yang dibangun. Gbr 4 adalah halaman masuk untuk admin, Gbr 5 dan Gbr 6 adalah halaman data kriteria dan data alternatif untuk admin. Gbr 7 adalah halaman masuk untuk pengguna dan Gbr 8 adalah halaman yang berisi hasil pemilihan yang dilakukan oleh pengguna dengan cara memasukkan bobot kriteria.



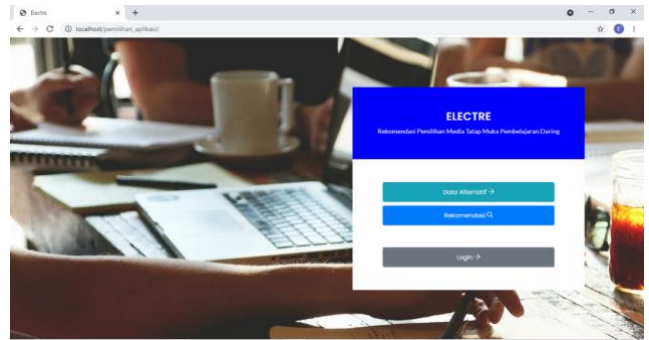
Gbr. 4 Halaman Masuk untuk Admin



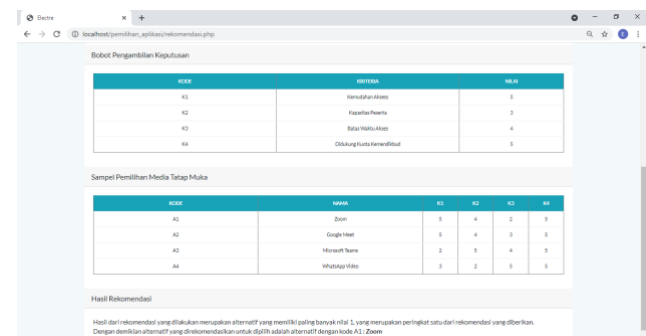
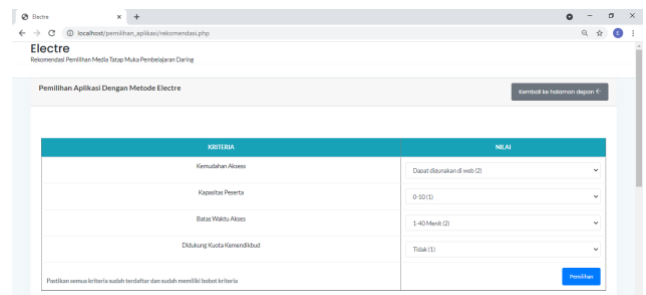
Gbr. 5 Halaman Data Kriteria untuk Admin



Gbr. 6 Halaman Data Alternatif untuk Admin



Gbr. 7 Halaman Masuk untuk Pengguna



Gbr. 8 Halaman Pemilihan untuk Pengguna

4. Cutover

Pengujian sistem dilakukan untuk melihat apakah semua fungsi dan fitur dapat berjalan dengan baik, apakah sistem dapat menampilkan hasil perhitungan metode ELECTRE dengan benar, dan apakah sistem dapat menampilkan hasil rekomendasi sesuai dengan data kriteria dan alternatif yang dimasukkan oleh pengguna.

Pengujian pada sistem dilakukan dengan pengujian *alpha* dan pengujian *beta*. Pada pengujian *alpha*, dilakukan pengujian fitur-fitur yang ada pada sistem yang dibangun oleh pengembang. Hasil pengujian *alpha* dapat dilihat pada Tabel VII. Sedangkan pada pengujian *beta*, pengujian selaku admin dilakukan oleh staf Fakultas Teknik Program Studi Teknik Informatikan, sedangkan selaku pengguna adalah dosen-dosen Universitas Katolik De La Salle Manado dan guru-guru SMP Katolik ST Yoseph Luwuk. Pada pengujian *beta*, admin dan pengguna yang berpartisipasi dalam pengujian mengkonfirmasi bahwa fitur-fitur yang ada pada sistem dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Oleh karena itu, berdasarkan pengujian *alpha* dan pengujian *beta* yang telah dilakukan,

dapat disimpulkan bahwa seluruh fitur yang ada pada sistem telah berjalan dengan baik.

TABEL VII. PENGUJIAN FITUR-FITUR

Pelaksanaan Pengujian	Hasil
Admin	
Admin memasukkan nama pengguna dan kata sandi.	Sistem menampilkan halaman kriteria untuk admin.
Admin salah memasukkan nama pengguna atau kata sandi.	Sistem menampilkan pesan gagal masuk.
Admin menambahkan data alternatif.	Sistem menampilkan daftar alternatif yang ditambahkan.
Admin mengubah data alternatif.	Sistem mengubah daftar alternatif.
Admin menambahkan data kriteria.	Sistem menampilkan daftar kriteria yang ditambahkan.
Admin mengubah data kriteria.	Sistem mengubah data kriteria.
Admin memasukkan bobot pada pemilihan.	Sistem menampilkan hasil perhitungan menggunakan metode ELECTRE.
Pengguna	
Pengguna mengakses fitur data alternatif.	Pengguna dapat melihat daftar alternatif yang telah dimasukkan oleh admin.
Pengguna memasukkan bobot kriteria.	Sistem menampilkan hasil rekomendasi berdasarkan bobot yang dimasukkan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pembangunan sistem rekomendasi pemilihan media tatap muka pembelajaran daring menggunakan metode ELECTRE, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem Pendukung Keputusan yang dibangun dapat menampilkan hasil akhir berupa rekomendasi pemilihan media pembelajaran daring yang dapat membantu tenaga pendidik untuk memilih media pembelajaran daring yang sesuai.

2. Hasil perhitungan metode ELECTRE secara manual mempunyai hasil yang sama dengan perhitungan menggunakan sistem.
3. Semua menu dan fitur pada sistem yang dibangun telah berfungsi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Siahaan, "Dampak Pandemi Covid-19 Terhadap Dunia Pendidikan," *Jurnal Kajian Ilmiah*, vol. 1, no. 1, p. 73-80, 2020.
- [2] G.S. Utama, "Pena Belajar Kemdikbud," Kemendikbud, 8 Oktober 2020. [Online]. Available: <http://pena.belajar.kemdikbud.go.id/2020/10/pentingnya-memilih-media-yang-tepat-dalam-pembelajaran/>. [Accessed 16 Juli 2021].
- [3] Sutrisno, *et al.*, "Sistem Pendukung Keputusan Metode ELECTRE Pada Bauran Pemasaran (7P) Dalam Memulai Usaha Jasa Center," *Jurnal String*, vol. 2, no. 2, p. 184-192, 2017.
- [4] A. Sadikin and A. Hamidah, "Pembelajaran Daring di Tengah Wabah Covid-19," *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, vol. 6, no. 2, p. 214-224, 2020.
- [5] T. Limbong, *et al.*, "Metode ELECTRE dalam Sistem Pengambilan Keputusan," in *Sistem Pendukung Keputusan: Metode & Implementasi*, Medan, Yayasan Kita Menulis, 2020.
- [6] M. Marbun and B. Sinaga, *Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Hasil Belajar dengan Metode Topsis*, Medan, CV. Rudang Mayang, 2018.
- [7] B. Satria, *et al.*, "Penerapan Metode ELECTRE Sebagai Sistem Pendukung Keputusan Dalam Penerimaan Beasiswa," *Buletin Utama Teknik*, vol. 14, no. 3, p. 177-182, 2019.
- [8] Diana, *Metode dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*, Sleman, CV. Budi Utama, 2018.
- [9] G.B. Pasumah, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bidang Peminatan Tugas Akhir Menggunakan Metode ELECTRE," Tugas Akhir, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Katolik De La Salle Manado, Indonesia, 2020.
- [10] T. Andriani, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Terbaik Dengan Metode ELECTRE (Studi Kasus: Swalayan Maju Bersama)," *Jatilima*, vol. 1, no. 2, p. 1-9, 2019.
- [11] Rosa A.S. and M. Salahuddin, "SDLC," in *Rekayasa Perangkat Lunak: Terstruktur dan Berorientasi Objek*, Bandung, Penerbit Informatika, 2012.