



Implementasi Metode Electre dalam Penentuan Platform yang Tepat dalam Rangka Mewujudkan *Flipped Learning* di SMK Bali Dewata

Seftian Rusditya^{1*}, Dewa Gede Hendra Divayana², Gede Indrawan³

¹⁻³ Program Studi Ilmu Komputer, Pasca Sarjana Undiksha, Undiksha, Indonesia

*Penulis korespondensi: seftian.ruditya17@gmail.com

Abstract. *The use of technological resources, especially the internet, has a very important role in supporting the effectiveness of the implementation of the flipped classroom model. Through internet access, students can prepare before face-to-face learning by watching learning videos, reading materials, or doing exercises independently. This allows the classroom teaching and learning process to be more interactive, where face-to-face time can be focused on discussion, problem-solving, and application of concepts. Based on survey data collected from students of SMK Dewata Bali Denpasar, it is known that optimal use of the internet helps increase students' understanding and interest in learning science subjects. However, as time went by, it was found that some of the material was still difficult for students to understand and remember. Therefore, educators need to choose the learning platform that is most effective in supporting the implementation of this model. Using the ELECTRE (Elimination and Choice Expressing Reality) method, this study assessed various platforms such as features, price, ease of use, and user survey results. The results show that Google Classroom is the most suitable and efficient platform to support reverse learning because of its ability to integrate various learning media, ease of access, and support for interaction between teachers and students.*

Keywords: *flipped classroom; educational technology; the ELECTRE method; Google Classroom; Science Learning*

Abstrak. Pemanfaatan sumber daya teknologi, khususnya internet, memiliki peran yang sangat penting dalam menunjang efektivitas penerapan model kelas terbalik (*flipped classroom*). Melalui akses internet, siswa dapat mempersiapkan diri sebelum pembelajaran tatap muka dengan menonton video pembelajaran, membaca materi, atau mengerjakan latihan secara mandiri. Hal ini memungkinkan proses belajar mengajar di kelas menjadi lebih interaktif, di mana waktu tatap muka dapat difokuskan pada diskusi, pemecahan masalah, dan penerapan konsep. Berdasarkan data survei yang dikumpulkan dari siswa SMK Dewata Bali Denpasar, diketahui bahwa penggunaan internet secara optimal membantu meningkatkan pemahaman dan minat belajar siswa terhadap mata pelajaran sains. Namun, seiring berjalannya waktu, ditemukan bahwa beberapa materi masih sulit dipahami dan diingat oleh siswa. Oleh karena itu, pendidik perlu memilih platform pembelajaran yang paling efektif dalam mendukung penerapan model ini. Dengan menggunakan metode ELECTRE (*Elimination and Choice Expressing Reality*), penelitian ini menilai berbagai platform seperti fitur, harga, kemudahan penggunaan, dan hasil survei pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Google Classroom merupakan platform yang paling sesuai dan efisien untuk mendukung pembelajaran terbalik karena kemampuannya dalam mengintegrasikan berbagai media pembelajaran, kemudahan akses, serta dukungan interaksi antara guru dan siswa.

Kata kunci: kelas terbalik; teknologi pendidikan; metode ELECTRE; Google Classroom; Pembelajaran Sains

1. LATAR BELAKANG

Pembelajaran yang berpusat pada siswa menuntut siswa untuk mengambil peran yang lebih proaktif dalam memperoleh pengetahuannya sendiri. Alat pembelajaran efektif yang dapat meningkatkan keterlibatan siswa adalah Dashboard Kinerja Pembelajaran dan Pengetahuan (LKPD). LKS yang sering digunakan merupakan wujud dari pemecahan masalah yang menganut paradigma PBL (*Problem Based Learning*), yaitu pendekatan pembelajaran yang berorientasi pada masalah. Pembelajaran berbasis masalah menggunakan situasi kehidupan nyata untuk memfasilitasi perolehan dan integrasi informasi oleh siswa yang mungkin dapat diterapkan dalam kehidupan mereka. (Ismail, 2020).

Pembelajaran berbasis masalah dapat diintegrasikan dengan format kelas. Paradigma kelas terbalik secara signifikan mempengaruhi pemikiran kreatif dengan meningkatkan kelancaran, fleksibilitas, dan kebaruan melalui persiapan kognitif yang ekstensif, pemecahan masalah, dan keterlibatan dalam aktivitas pembelajaran yang relevan dan bermakna. Lebih lanjut dijelaskan bahwa penerapan model flipped classroom dapat meningkatkan pemahaman seseorang terhadap konsep flipped class. Konsep kelas terbalik didasarkan pada enam prinsip dasar termasuk komunikasi, interaksi, lingkungan, budaya, pendidikan, dan pembelajaran. (Andreas, 2019; Ningsih, 2018).

Paradigma *flipped classroom* berpotensi mengoptimalkan waktu belajar siswa. Paradigma kelas terbalik dikaitkan dengan pembelajaran berbasis rumah. Siswa memiliki kesempatan untuk terlibat dalam studi pendahuluan di rumah sebelum menerima pengajaran di sekolah. Pembelajaran berbasis rumah berupaya memfasilitasi siswa dalam memahami proses pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing. Pendekatan ini memastikan bahwa siswa memiliki pengetahuan dasar sebelum menghadiri kelas. Konsep kelas terbalik dapat mengatasi tantangan yang dihadapi oleh instruktur saat mengajar siswa besar, tanpa memerlukan penambahan jam kelas. Gaya kelas terbalik meningkatkan pemikiran kreatif dengan mendorong kelancaran, fleksibilitas, dan kebaruan melalui persiapan kognitif ekstensif, pemecahan masalah, dan aktivitas pembelajaran yang menarik. (Paristiowati, 2017).

Model kelas terbalik sangat bergantung pada alat-alat teknologi, terutama internet, untuk memfasilitasi pembelajaran siswa. Kapasitas siswa untuk meneliti berbagai bidang ilmiah dapat ditingkatkan dengan menggunakan internet dalam kegiatan pembelajaran. Hasil jajak pendapat yang dilakukan terhadap siswa di SMK Bali Dewata Denpasar menunjukkan hal tersebut dengan jelas. Namun banyak topik yang dibahas dalam perkuliahan selama satu semester merupakan tantangan bagi siswa untuk dipahami. Banyak orang menganggap studi tentang sistem koordinasi itu sulit. Sejumlah subtopik, termasuk sistem saraf, sistem sensorik, dan sistem endokrin, tercakup dalam pengetahuan komprehensif ini.

Jelas dari penjelasan di atas bahwa ruang kelas yang mampu mengatasi masalah adalah cara yang harus dilakukan dalam hal pendidikan. Memilih media pendidikan yang tepat untuk membantu siswa memperoleh informasi dalam semua aspek adalah tujuan dari platform kelas terbalik. Pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif merupakan komponen pengetahuan yang dipelajari dalam penelitian ini. Dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam menerapkan pengetahuan sepanjang proses pembelajaran, penelitian ini berupaya untuk menentukan platform yang ideal untuk strategi pembelajaran kelas terbalik berbasis masalah.

Ada banyak aspek yang perlu dipikirkan, seperti harga, fitur, dan banyak lagi, ketika mencoba memilih platform kelas terbalik yang cocok untuk Anda. Institusi pendidikan menghadapi tantangan dalam memilih platform yang memenuhi kebutuhan unik mereka mengingat banyaknya faktor yang perlu dipertimbangkan. Sebelum membuat penilaian apa pun, sekolah harus berpikir panjang dan keras tentang bagaimana perasaan mereka terhadap sekolah tersebut. Untuk mengatasi masalah ini, lembaga pendidikan memerlukan pendekatan seleksi yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan. Menggunakan alat pengambilan keputusan untuk memilih platform kelas terbalik adalah salah satu strateginya. Sekolah akan dapat menggunakan sistem bantuan pengambilan keputusan ini untuk mempersempit pilihan platform mereka menjadi satu pilihan optimal berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Karena metode ini memungkinkan mempertimbangkan banyak aspek ujian, metode ini juga menjamin prosedur penilaian yang lebih baik. Sistem pendukung keputusan berbasis Metode ELECTRE untuk memilih platform kelas terbalik adalah tujuan dari penelitian ini. Ketika memilih sebuah platform, pendekatan ini akan membantu sekolah dalam membuat evaluasi yang efisien dan dapat diandalkan.

2. KAJIAN TEORITIS

Metode ELECTRE

Saat ini kemajuan teknologi informasi telah mengalami percepatan yang signifikan. Kemajuan teknologi perangkat keras dan perangkat lunak dibarengi dengan kemajuan metodologi komputasi. Teknik sistem pendukung keputusan merupakan pendekatan komputasi yang sangat maju. Sistem pengambilan keputusan dalam bidang teknologi informasi berfungsi sebagai perantara antara sistem informasi dan sistem cerdas. Berbagai teknik dapat digunakan dalam sistem pengambilan keputusan. Pendekatan ELECTRE (*Elimination and Choice Expressing Reality*) digunakan dalam penyelidikan ini. (Andriani, 2019).

ELECTRE adalah pendekatan pengambilan keputusan yang mempertimbangkan banyak kriteria. Ini menggunakan evaluasi alternatif berpasangan berdasarkan setiap kriteria yang relevan, mengikuti gagasan yang melampaui pesaing.

Teknik ELECTRE digunakan dalam situasi dimana alternatif yang gagal memenuhi persyaratan dihilangkan, dan alternatif yang layak dapat dikembangkan. Electre secara khusus digunakan dalam situasi ketika terdapat banyak pilihan, namun hanya sejumlah kecil faktor yang dipertimbangkan. Salah satu kriteria harus lebih besar (dibandingkan dengan kriteria pilihan lainnya) atau sama dengan kriteria lainnya agar suatu pilihan dianggap dominan bila dibandingkan dengan alternatif lain. (Putri, 2018).

Premis dasar ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant la relative*) adalah membandingkan opsi berpasangan berdasarkan kriteria terkait untuk menilai manfaat relatifnya. Salah satu kriteria harus lebih besar (dibandingkan dengan kriteria pilihan lainnya) atau sama dengan kriteria lainnya agar suatu pilihan dianggap dominan bila dibandingkan dengan alternatif lain. Dengan asumsi bahwa alternatif ke-k secara numerik tidak lebih dominan dibandingkan alternatif ke-l, kita katakan bahwa A_k dan A_l mewakili hubungan peringkat antara dua kemungkinan. Oleh karena itu, saat mengambil keputusan, lebih aman memercayai A_k daripada A_l .

Berikut tahapan dalam mengatasi suatu permasalahan dengan menggunakan teknik ELECTRE:

Normalisasi matrik keputusan.

Electre memulai dengan melakukan perbandingan berpasangan setiap pilihan untuk setiap kriteria. Untuk dimasukkan ke dalam persamaan 1, angka ini harus dinormalisasi untuk memastikan skalanya sama.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \text{ untuk } i = 1, 2, 3 \dots m \text{ dan } j = 1, 2, 3 \dots n \quad (1)$$

Pembobotan pada matrik yang telah dinormalisasi

Selanjutnya, untuk mengukur kepentingan relatif setiap kriteria, kita harus memberikan bobot (W_i) pada kriteria tersebut sebagai bagian dari proses pengambilan keputusan. Oleh karena itu, persamaan 2 dapat dirumuskan.

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n) \quad (2)$$

Dengan $\sum_{j=1}^n w_j = 1$

Persamaan 3 mewakili metrik V , yang diperoleh dengan mengalikan bobot ini dengan matriks perbandingan berpasangan.

$$V_{ij} = W_j X_{ij} \quad (3)$$

Menentukan Concordance dan Discordance Index

Indeks kesesuaian dan indeks ketidaksesuaian untuk setiap pasangan opsi ditentukan dengan menilai hubungan peringkat. Setiap pasangan kemungkinan ($k, l = 1, 2, \dots, m$) dikaitkan dengan matriks keputusan yang dipartisi menjadi dua himpunan bagian untuk kriteria j . Awalnya, kumpulan indeks kesesuaian mewakili total bobot yang diberikan pada kriteria di mana alternatif tersebut berkinerja lebih baik daripada opsi lainnya. Ini dapat dinyatakan sebagai persamaan 4.

$$C_{kl} = (j | V_{kj} \geq V_{lj}), \text{ Untuk } j = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

Selanjutnya kumpulan indeks korelasi $\{\}$ disediakan untuk menyatakannya dalam persamaan 5.

$$D_{kl} = (j|V_{kj} < V_{lj}), \text{ Untuk } j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Matriks corcondance (C)

Terdiri dari komponen-komponen yang berasal dari indeks korelasi dan dikaitkan dengan bobot atribut sehingga dapat dinyatakan dalam persamaan 6.

$$C_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} W_j \quad (6)$$

Matriks discordance (D)

Terdiri dari komponen-komponen yang berasal dari indeks ketidaksesuaian, memungkinkan representasinya dalam persamaan 7.

$$D_{kl} = \frac{\max\{V_{kj} - V_{lj}\}_{j \in D_{kl}}}{\max\{V_{kl} - V_{ij}\}_{j \in D_{kl}}} \quad (7)$$

Tentukan nilai spesifik (c dan d) yang akan dijadikan ambang batas. Persamaan 8 mewakili nilai c dan d.

Corcondance

$$\underline{c} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m C_{kl}}{m(m-1)} \quad (8)$$

Jika indeks kesesuaian berada di atas ambang batas c, alternatif mungkin mempunyai peluang untuk mencapai dominasi, sebagaimana dinyatakan dalam persamaan 9.

$$C_{kl} \geq \underline{c} \quad (9)$$

Komponen matriks konkordansi primer dapat dinyatakan sebagai persamaan 10.

$$f_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{jika } C_{kl} \geq c \\ 0, & \text{jika } C_{kl} < c \end{cases} \quad (10)$$

Discordance

Prinsip ini juga berlaku untuk matriks ketidaksesuaian primer G, yang mempunyai nilai ambang batas d. Nilai d sedemikian rupa sehingga dapat dinyatakan dalam persamaan

11

$$\underline{d} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m D_{kl}}{m(m-1)} \quad (11)$$

Komponen matriks disonansi primer G dapat dinyatakan dalam persamaan 12.

$$g_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{jika } d_{kl} \geq d \\ 0, & \text{jika } d_{kl} < d \end{cases} \quad (12)$$

Persamaan 13 mewakili agregat dari matriks yang mendominasi (E), yang merupakan singkatan dari pengurutan preferensi parsial dari opsi.

$$e_{kl} = f_{kl} \times g_{kl} \quad (13)$$

Flipped Classroom

Model Flipped Classroom menyimpang dari pendekatan tradisional dalam proses belajar mengajar. Dalam model ini, siswa diharapkan mempelajari materi pelajaran secara mandiri di rumah sebelum mengikuti kelas. Selama waktu kelas, fokusnya beralih ke mengerjakan tugas, mendiskusikan materi, dan mengatasi area kebingungan. Penugasan di sekolah memfasilitasi penyelesaian masalah secara cepat dengan memungkinkan siswa mencari bantuan cepat dari teman atau gurunya ketika menghadapi tantangan. (Andreas, 2019).

Paradigma pembelajaran Flipped Classroom melibatkan kebalikan dari pendekatan tradisional, dimana siswa melakukan kegiatan pembelajaran di rumah yang biasanya dilakukan di dalam kelas, sambil menyelesaikan tugas sekolah yang biasanya dilakukan di rumah. Flipped Classroom adalah pendekatan pembelajaran yang memungkinkan instruktur mengurangi jumlah pengajaran langsung dalam praktik mereka sekaligus meningkatkan peluang interaksi antar siswa.

Memanfaatkan teknologi, sekolah ini memberikan siswa materi pembelajaran tambahan yang dapat diakses baik *online* maupun *offline*. Hal ini memungkinkan untuk menggunakan kembali waktu pembelajaran. Daripada hanya bergantung pada video instruksional, ide di balik *Flipped Classroom* menekankan pada pemanfaatan waktu kelas sebaik-baiknya untuk meningkatkan pembelajaran dan memperluas pengetahuan siswa. (Gusneli, 2019)

Model pembelajaran tidak mampu mengatasi seluruh aspek kesulitan belajar. Baik model pembelajaran maupun model pembelajaran *Flipped Classroom* masing-masing memberikan kelebihan dan kekurangan.

Baik metode maupun lingkungan pembelajaran, serta tindakan guru, dapat berkontribusi terhadap pro dan kontra model *Flipped Classroom*.

Kelebihan Model Pembelajaran *Flipped Classroom*

Cara terbaik untuk menumbuhkan kemandirian siswa adalah dengan menawarkan mereka pekerjaan rumah untuk dikerjakan sebelum kelas dimulai sehingga mereka dapat mempelajari materi sesuai kecepatan mereka sendiri.

Siswa mendapat kesempatan untuk mempelajari materi akademik dalam suasana santai yang membantu mereka mengingat informasi.

Jika seorang siswa mengalami kesulitan dalam menangkap materi, guru akan memberikan perhatian penuh kepada mereka.

Film, buku, dan situs web hanyalah beberapa dari sekian banyak sumber belajar yang tersedia bagi siswa saat ini.

Siswa memiliki kemampuan untuk memutar ulang video beberapa kali hingga mereka benar-benar memahami topiknya, hal ini tidak terjadi dalam pembelajaran tradisional di mana instruktur harus menjelaskan berulang kali hingga siswa memahami konsepnya, sehingga menghasilkan efisiensi yang lebih rendah.

Siswa dapat menonton video dari jarak jauh dari lokasi mana pun, asalkan mereka memiliki koneksi internet yang andal.

Kekurangan Model Pembelajaran *Flipped Classroom*

Memiliki akses ke komputer atau laptop adalah persyaratan minimum untuk menonton film online. Bagi siswa yang tidak memiliki akses terhadap komputer atau laptop, menonton video tersebut memerlukan perjalanan ke warung internet, yang mungkin akan merepotkan.

Karena siswa mungkin tidak mempunyai kesempatan untuk bertanya kepada instruktur atau teman sekelasnya untuk mendapatkan klarifikasi hanya dengan menonton video, mereka mungkin memerlukan banyak bantuan untuk memastikan bahwa mereka memahami materi.

Karena sifat pendekatannya—meminta siswa menonton film pembelajaran di rumah—*Flipped Classroom* hanya dapat digunakan di institusi yang memiliki fasilitas lengkap di Indonesia.

Ringkasan di atas memberikan gambaran tentang definisi, manfaat, dan kelemahan pendekatan pembelajaran *Flipped Classroom*. (Pudin, 2017).

Langkah-langkah pembelajaran *Flipped Classroom*

Berikut urutan langkah-langkah yang harus dilakukan saat menggunakan metode pengajaran *Flipped Classroom*:

Diharapkan para siswa mempersiapkan diri untuk pertemuan tatap muka berikutnya dengan belajar pada waktu mereka sendiri dan memperhatikan dengan cermat bacaan dan video yang ditugaskan. Hal ini dapat dicapai dengan menonton film instruksional yang dibuat oleh orang lain atau dengan menonton film yang dibuat oleh guru.

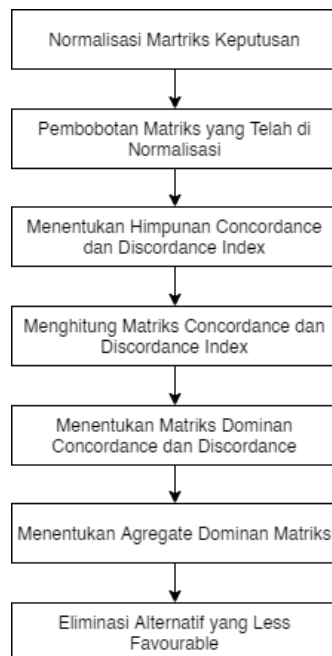
Selama pengajaran di kelas, siswa dipisahkan menjadi beberapa kelompok.

Tugas guru sepanjang kegiatan pembelajaran adalah membina dan mendukung percakapan yang berkesinambungan. Selain itu, instruktur juga akan menghasilkan banyak pertanyaan berdasarkan materi pelajaran.

Instruktur mengadakan kuis dan ujian untuk menekankan sifat pendidikan dari kegiatan tersebut, bukan melihatnya sebagai permainan belaka. Selain itu, peran guru adalah sebagai fasilitator, membantu siswa dalam belajar dan menyelesaikan masalah terkait mata pelajaran. (Ismail, 2020).

3. METODE PENELITIAN

Gambar 1 di bawah ini menunjukkan banyak tahapan penelitian ini:



Gambar 1. Tahapan Penelitian.

Pada Gambar 1 di atas, langkah pertama adalah Normalisasi matriks keputusan. Hal ini melibatkan pengubahan setiap karakteristik menjadi nilai yang dapat dibandingkan dengan karakteristik lainnya. Nilai x_{ij} dapat dinormalisasi menggunakan rumus berikut:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x^2_{ij}}}$$

Presentasi ini mencakup banyak kelas pembobotan di dalam matriks yang dinormalisasi. Setelah proses normalisasi, bobot (w_j) yang diberikan oleh pengambil keputusan diterapkan pada setiap kolom matriks R dengan cara perkalian. Matriks ternormalisasi tertimbang dinyatakan sebagai berikut:

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & \cdots & v_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} & \cdots & v_{mn} \end{bmatrix} R.W = \begin{bmatrix} v_1 r_{11} & \cdots & w_n r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & \cdots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

Selanjutnya, pastikan kumpulan indeks konkordansi dan diskordansi. Himpunan kriteria J dipisahkan menjadi dua himpunan bagian, konkordansi dan diskordansi, untuk setiap pasangan opsi k dan l (dimana k, l = 1,2,3, ..., m dan k ≠ l). Suatu opsi dikatakan mempunyai konkordansi apabila memenuhi syarat tertentu.

$$C_{kl} = \{j, v_{kj} \geq v_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1,2,3, \dots, n$$

Sebaliknya, himpunan discordance merupakan pasangan dari subset konkordansi, yang artinya:

$$D_{kl} = \{j, v_{kj} < v_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1,2,3, \dots, n$$

Matriks konkordansi dan diskordansi harus dihitung selanjutnya. Menjumlahkan bobot pada kumpulan konkordansi akan menghasilkan nilai komponen dalam matriks konkordansi. Berikut ini adalah ekspresi matematisnya:

$$C_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j$$

Menemukan nilai komponen matriks ketidaksesuaian semudah membagi selisih terbesar antara semua nilai kriteria dengan selisih terbesar di antara kriteria subset ketidaksesuaian. Berikut ini adalah ekspresi matematisnya:

$$d_{kl} = \frac{\max\{|v_{kj} - v_{lj}|\} \in A_{kl}}{\max\{|v_{kj} - v_{lj}|\} v_j}$$

Menemukan matriks ketidaksesuaian dan konkordansi saat ini adalah langkah selanjutnya. Pembuatan matriks konkordansi primer, matriks F, semudah membandingkan nilai elemen-elemen matriks konkordansi dengan nilai ambang batas.

$$C = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m C_{kl}}{m(m-1)}$$

Sehingga elemen matriks F ditentukan sebagai berikut:

$$f_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{jika } C_{kl} \geq c \\ 0, & \text{jika } C_{kl} < c \end{cases}$$

Dengan menggunakan nilai ambang batas, kita dapat membuat Matriks G, yang merupakan matriks discordance dominan:

$$d = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m d_{kl}}{m(m-1)}$$

Dan elemen matriks G ditentukan sebagai berikut:

$$g = \begin{cases} 1, & \text{jika } d_{kl} \geq c \\ 0, & \text{jika } d_{kl} < c \end{cases}$$

Selanjutnya menentukan matriks dominasi agregat. Semua elemen matriks F dikalikan dengan anggota matriks G yang bersesuaian untuk menghasilkan matriks E, matriks dominasi agregat. Dimungkinkan juga untuk merepresentasikannya secara matematis sebagai:

$$e_{kl} = f_{kl} \times g_{kl}$$

Pada langkah selanjutnya, buang kemungkinan-kemungkinan yang kurang menguntungkan. Matriks E memberikan rangking setiap pilihan yang menunjukkan bahwa jika $e_{kl}=1$ maka alternatif A_k lebih unggul dibandingkan alternatif A_l . Baris pada matriks E dengan jumlah minimum $e_{kl}=1$ dapat dihilangkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Metode ELECTRE merupakan salah satu teknik dalam Multi Criteria Decision Making (MCDM) yang digunakan untuk membantu pengambilan keputusan berdasarkan sejumlah alternatif dan kriteria yang berbeda. Menurut Tzeng dan Huang (2011), metode ELECTRE dirancang untuk menangani permasalahan yang kompleks dengan cara membandingkan alternatif satu sama lain melalui hubungan outranking. Dengan langkah-langkah seperti normalisasi, pemberian bobot, dan perhitungan indeks konkordansi serta diskordansi, metode ini mampu menghasilkan keputusan yang objektif dan terukur. Selain itu, Roy (1991) menjelaskan bahwa metode ELECTRE dapat digunakan secara efektif dalam situasi di mana terdapat ketidakpastian dan perbedaan preferensi antar kriteria, sehingga cocok diterapkan dalam penelitian berbasis sistem pendukung keputusan.

Penerapan metode ELECTRE dalam penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah dan pengumpulan data untuk menentukan alternatif dan kriteria yang relevan. Setelah itu, dilakukan proses perhitungan matriks hingga menghasilkan alternatif terbaik. Sebagaimana dijelaskan oleh Yoon dan Hwang (1995), metode ini memberikan hasil yang lebih konsisten dibandingkan dengan metode pengambilan keputusan lainnya karena mempertimbangkan dominasi antaralternatif. Menurut Kusumadewi dan Hartati (2006), penggunaan ELECTRE dalam sistem pendukung keputusan dapat meningkatkan efisiensi pemilihan alternatif karena mampu menyeleksi opsi yang paling layak secara bertahap. Dengan demikian, pendekatan ini dinilai sesuai untuk menghadapi permasalahan kompleks dalam konteks penentuan platform pembelajaran atau pengambilan keputusan serupa di bidang pendidikan dan

teknologi. Memanfaatkan pendekatan Electre, perhitungan dilakukan untuk membantu dalam memilih platform terbaik untuk pembelajaran terbalik. Metode ini memungkinkan pemeringkatan platform pembelajaran online yang lebih efisien dan akurat, memberikan dasar yang lebih baik dalam pemilihan platform dibandingkan dengan prosedur yang diterapkan di SMK Bali Dewata saat ini. Pendekatan ini digunakan karena kesesuaiannya dengan data observasi dan uji coba di SMK Bali Dewata. Ini memenuhi persyaratan yang diperlukan dan cocok untuk sistem peringkat.

Analisa Input

Alternatif yang dibutuhkan:

- a. Google Classroom = A1
- b. Edpuzzle = A2
- c. Padlet = A3
- d. Quiziz = A4

Menggunakan hal-hal berikut sebagai kriteria evaluasi untuk setiap opsi:

- a. Harga = C1
- b. Fasilitas/Fitur = C2
- c. Kemudahan = C3
- d. Wawancara = C4

Mempertimbangkan kepentingan relatif dari setiap kondisi, khususnya:

- a. Bobot kriteria 1 = 5
- b. Bobot kriteria 2 = 4
- c. Bobot kriteria 3 = 5
- d. Bobot kriteria 4 = 2

Analisa Proses

Berikut Tabel 1 yang menjadi acuan penyelesaian permasalahan kasus:

Tabel 1. Contoh Kasus.

Alternatif	C1	C2	C3	C4
(A1) Google Classroom	5	5	5	5
(A2) Edpuzzle	3	4	4	3
(A3) Padlet	3	3	4	3
(A4) Quiziz	3	3	4	3

Langkah 1 “Normalisasi Matriks Keputusan”

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

$$R_{11} = \frac{5}{\sqrt{5^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2}} = \frac{5}{7,2111} = 0,6934$$

$$R_{21} = \frac{3}{\sqrt{5^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2}} = \frac{3}{7,2111} = 0,4160$$

$$R_{31} = \frac{3}{\sqrt{5^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2}} = \frac{3}{7,2111} = 0,4160$$

$$R_{41} = \frac{3}{\sqrt{5^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2}} = \frac{3}{7,2111} = 0,4160$$

$$R_{12} = \frac{5}{\sqrt{5^2 + 4^2 + 3^2 + 3^2}} = \frac{5}{7,6811} = 0,6509$$

$$R_{22} = \frac{4}{\sqrt{5^2 + 4^2 + 3^2 + 3^2}} = \frac{4}{7,6811} = 0,5208$$

$$R_{32} = \frac{3}{\sqrt{5^2 + 4^2 + 3^2 + 3^2}} = \frac{3}{7,6811} = 0,3906$$

$$R_{42} = \frac{3}{\sqrt{5^2 + 4^2 + 3^2 + 3^2}} = \frac{3}{7,6811} = 0,3906$$

$$R_{13} = \frac{5}{\sqrt{5^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2}} = \frac{5}{8,5440} = 0,5852$$

$$R_{23} = \frac{4}{\sqrt{5^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2}} = \frac{4}{8,5440} = 0,4682$$

$$R_{33} = \frac{4}{\sqrt{5^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2}} = \frac{4}{8,5440} = 0,4682$$

$$R_{43} = \frac{4}{\sqrt{5^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2}} = \frac{4}{8,5440} = 0,4682$$

$$R_{14} = \frac{5}{\sqrt{5^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2}} = \frac{5}{7,2111} = 0,6934$$

$$R_{24} = \frac{3}{\sqrt{5^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2}} = \frac{3}{7,2111} = 0,4160$$

$$R_{34} = \frac{3}{\sqrt{5^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2}} = \frac{3}{7,2111} = 0,4160$$

$$R_{44} = \frac{3}{\sqrt{5^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2}} = \frac{3}{7,2111} = 0,4160$$

Matriks ini adalah hasil perhitungan di atas:

$$R = \begin{bmatrix} 0,6934 & 0,6509 & 0,5852 & 0,6934 \\ 0,4160 & 0,5208 & 0,4682 & 0,4160 \\ 0,4160 & 0,3906 & 0,4682 & 0,4160 \\ 0,4160 & 0,3906 & 0,4682 & 0,4160 \end{bmatrix}$$

Langkah 2 “Pembobotan Matriks yang telah di Normalisasi”

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & \cdots & v_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} & \cdots & v_{mn} \end{bmatrix} R.W = \begin{bmatrix} v_1 r_{11} & \cdots & w_n r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{1m1} & \cdots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

Bobot masing-masing kriteria adalah sebagai berikut:

$$W = (5, 4, 5, 2)$$

$$V_{11} = R_{11} \times W_1 = 0,6934 \times 5 = 3,4669$$

$$V_{21} = R_{21} \times W_1 = 0,4160 \times 5 = 2,0801$$

$$V_{31} = R_{31} \times W_1 = 0,4160 \times 5 = 2,0801$$

$$V_{41} = R_{41} \times W_1 = 0,4160 \times 5 = 2,0801$$

$$V_{12} = R_{12} \times W_2 = 0,6509 \times 4 = 2,6038$$

$$V_{22} = R_{22} \times W_2 = 0,5208 \times 4 = 2,0830$$

$$V_{32} = R_{32} \times W_2 = 0,3906 \times 4 = 1,5623$$

$$V_{42} = R_{42} \times W_2 = 0,3906 \times 4 = 1,5623$$

$$V_{13} = R_{13} \times W_3 = 0,5852 \times 5 = 2,9260$$

$$V_{23} = R_{23} \times W_3 = 0,4682 \times 5 = 2,3408$$

$$V_{33} = R_{33} \times W_3 = 0,4682 \times 5 = 2,3408$$

$$V_{43} = R_{43} \times W_3 = 0,4682 \times 5 = 2,3408$$

$$V_{14} = R_{11} \times W_1 = 0,6934 \times 2 = 1,3868$$

$$V_{24} = R_{21} \times W_1 = 0,4160 \times 2 = 0,8321$$

$$V_{34} = R_{31} \times W_1 = 0,4160 \times 2 = 0,8321$$

$$V_{44} = R_{41} \times W_1 = 0,4160 \times 2 = 0,8321$$

Dari perhitungan diatas diperoleh matriks sebagai berikut:

$$V = \begin{bmatrix} 3,4669 & 2,6038 & 2,9260 & 1,3868 \\ 2,0801 & 2,0830 & 2,3408 & 0,8321 \\ 2,0801 & 1,5623 & 2,3408 & 0,8321 \\ 2,0801 & 1,5623 & 2,3408 & 0,8321 \end{bmatrix}$$

Langkah 3 “Menentukan Himpunan *Concordance* dan *Discordance* Index”***Concordance***

$$C_{kl} = \{j, v_{kj} \geq v_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$C = \begin{bmatrix} - & \{1,2,3,4\} & \{1,2,3,4\} & \{1,2,3,4\} \\ \{ \} & - & \{1,2,3,4\} & \{1,2,3,4\} \\ \{ \} & \{1,3,4\} & - & \{1,2,3,4\} \\ \{ \} & \{1,3,4\} & \{1,2,3,4\} & - \end{bmatrix}$$

Discordance

$$D_{kl} = \{j, v_{kj} < v_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$D = \begin{bmatrix} - & \{ \} & \{ \} & \{ \} \\ \{1,2,3,4\} & - & \{ \} & \{ \} \\ \{1,2,3,4\} & \{2\} & - & \{ \} \\ \{1,2,3,4\} & \{2\} & \{ \} & - \end{bmatrix}$$

Langkah 4 “Menghitung Matriks Concordance dan Discordance Index”

Concordance

$$C_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j$$

$$C = \begin{bmatrix} - & 16 & 16 & 16 \\ 0 & - & 16 & 16 \\ 0 & 12 & - & 16 \\ 0 & 12 & 16 & - \end{bmatrix}$$

Discordance

$$d_{kl} = \frac{\max\{|v_{kj} - v_{ij}|\} \in A_{kl}}{\max\{|v_{kj} - v_{ij}|\} v_j}$$

$$D = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 1 & - & 1 & 0 \\ 1 & 0 & - & 0 \\ 1 & 0 & 0 & - \end{bmatrix}$$

Langkah 5 “Menentukan Matriks Dominan Concordance dan Disocrdance”

Concordance

$$C = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^m C_{kl}}{m(m-1)}$$

$$F_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{jika } C_{kl} \geq c \\ 0, & \text{jika } C_{kl} \leq c \end{cases}$$

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

Discordance

$$d = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^m d_{kl}}{m(m-1)}$$

$$g = \begin{cases} 1, & \text{jika } d_{kl} \geq c \\ 0, & \text{jika } d_{kl} \leq c \end{cases}$$

$$g = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 1 & - & 1 & 1 \\ 1 & 0 & - & 0 \\ 1 & 0 & 0 & - \end{bmatrix}$$

Langkah 6 “Menentukan Agregate Dominan Matriks”

Rumus Umum untuk anggota matriks agregate dominan adalah:

$$e_{kl} = f_{kl} \times g_{kl}$$

Temuan perhitungan pada langkah sebelumnya yaitu Penentuan Matriks Konkordansi dan Disonansi Dominan dapat diringkas sebagai berikut:

$$e = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0 & - & 1 & 1 \\ 0 & 0 & - & 1 \\ 0 & 0 & 1 & - \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 1 & - & 1 & 1 \\ 1 & 0 & - & 0 \\ 1 & 0 & 0 & - \end{bmatrix}$$

Sehingga penentuan agregate dominan adalah sebagai berikut:

$$e = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0 & - & 1 & 1 \\ 0 & 0 & - & 0 \\ 0 & 0 & 0 & - \end{bmatrix}$$

Langkah 7 “Eliminasi Alternatif *Less Favourable*”

Hasil identifikasi matriks agregat yang mendominasi dapat dilihat pada Tabel 2 seperti dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Agregate Dominan Matriks.

Alternatif	A1	A2	A3	A4
(A1) <i>Google Classroom</i>	-	1	1	1
(A2) Edpuzzle	0	-	1	1
(A3) Padlet	0	0	-	1
(A4) Quiziz	0	0	0	-

Tabel 2 menunjukkan bahwa langkah terakhir adalah mengesampingkan semua kemungkinan lainnya. Peringkat setiap pilihan ditunjukkan pada Matriks E. Hal ini menunjukkan bahwa opsi Ak lebih baik daripada opsi A1 jika dan hanya jika $e_{kl} = 1$. Menghilangkan baris dari matriks E dengan nilai minimum $e_{kl} = 1$ dapat dilakukan. Oleh karena itu, tiga baris terbawah dapat dihilangkan, hanya menyisakan tiga baris teratas. Mengingat $e_{12}=1$, $e_{13}=1$, dan $e_{14}=1$, kita dapat menyimpulkan bahwa opsi 1 lebih baik daripada opsi 2, 3, dan 4. Opsi pertama akan dipilih oleh pengambil keputusan.

Tabel 3 menampilkan hasil dari prosedur eliminasi alternatif.

Tabel 3. Hasil Proses Eliminasi Alternatif.

Alternatif	A1	A2	A3	A4	Jumlah	Status
(A1) <i>Google Classroom</i>	-	1	1	1	3	Terpilih
(A2) Edpuzzle	0	-	1	1	2	Eliminasi
(A3) Padlet	0	0	-	1	1	Eliminasi
(A4) Quiziz	0	0	0	-	0	Eliminasi

Analisa Output

Jelas terlihat bahwa SMK Bali Dewata mengambil pilihan bijak dalam memilih platform yang tepat untuk flipped learning setelah meninjau keluaran sistem dan persyaratan sistem untuk sistem pendukung keputusan. Setelah menganalisis data yang diberikan, sistem pendukung keputusan akan memberikan daftar platform pembelajaran terbalik terbaik. Daftar ini akan menjadi referensi untuk membuat pilihan yang tepat dalam memilih platform pembelajaran online terbaik.

Pembahasan

Hasil evaluasi pemilihan platform pembelajaran flipped learning dengan pendekatan ELECTRE disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Akhir Perhitungan Metode ELECTRE.

Alternatif	A1	A2	A3	A4	Jumlah	Status
(A1) <i>Google Classroom</i>	-	1	1	1	3	Terpilih
(A2) Edpuzzle	0	-	1	1	2	Eliminasi
(A3) Padlet	0	0	-	1	1	Eliminasi
(A4) Quiziz	0	0	0	-	0	Eliminasi

Nilai total untuk berbagai opsi ditunjukkan pada Tabel 4. Dibandingkan pesaingnya, platform Google Classroom tiga kali lebih dominan. Baik alternatif Padlet maupun platform Edpuzzle memiliki nilai dominasi 2. Hanya ada satu pilihan, dan sepertinya tidak ada orang lain yang cocok untuk Quiziz. Oleh karena itu, kami dapat menyimpulkan bahwa dari opsi yang tersedia, Google Kelas unggul dalam persaingan, diikuti oleh Edpuzzle dan Padlet. Terakhir, Quiziz melengkapi daftarnya.

Selanjutnya kita akan melanjutkan dengan evaluasi dan rating dari setiap pilihan yang tersedia. Metode pemeringkatan ditentukan oleh cita-cita yang berlaku yang mempunyai pengaruh paling besar. Posisi relatif dari opsi-opsi ini ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rangking Alternatif.

Ranking	Alternatif	Jumlah
1	<i>Google Classroom</i>	3
2	Edpuzzle	2
3	Padlet	1
4	Quiziz	0

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Implementasi metode ELECTRE sebagai sistem pendukung pengambilan keputusan terbukti efektif dalam menyelesaikan kasus pemilihan platform flipped learning di SMK Bali Dewata, dimana hasil analisis matriks E menunjukkan bahwa Google Classroom (alternatif pertama) memiliki nilai dominasi tertinggi dengan skor 1 terhadap semua alternatif lainnya, sehingga ditetapkan sebagai platform terbaik untuk implementasi *flipped learning*.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan menambahkan perhitungan margin error guna mengukur tingkat kesalahan dalam metode ELECTRE, memperbanyak jumlah responden baik dari kalangan guru maupun siswa untuk meningkatkan validitas data, serta mengembangkan objek penelitian yang lebih luas dengan studi kasus *flipped learning* di berbagai institusi pendidikan untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

DAFTAR REFERENSI

- Andreas, A. S., Pramana, R., & Hastuti, S. P. (2019). The development of learning song-integrated module based on flipped learning model to improve self-regulated learning and cognitive learning outcome of junior high school students. *Jurnal Bioedukatika*, 7(2), 97–106.
- Andriani, T. (2019). Sistem pendukung keputusan pemilihan karyawan terbaik dengan metode ELECTRE (Studi kasus: Swalayan Maju Bersama). *Jatilima*, 1(2), 1–9.
- Gusneli, Y. S., Rahmad, M., & Lenisa, S. (2019). Implementation of flipped classroom blogs in physics learning for students of class X senior high school. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 31–39.
- Ismail, I. M. N., Baharum, A., Yi Wan, L., Yahya, F., Hanin Nazlan, N., & Mohamed Nor, N. A. (2020). Mobile learning application: Flipped classroom. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 17(2), 1084–1090.
- Kusumadewi, S., & Hartati, S. (2006). Fuzzy multi-attribute decision making (FUZZY MADM). *Graha Ilmu*.
- Ningsih, D. R., & Hariyadi, B. (2018). Pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis problem based learning-flipped classroom untuk meningkatkan kemampuan transformasi pengetahuan. *Edu-Sains: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 7(2), 32–40.
- Pamuji, A., & Suryadi, D. (2019). Sistem pendukung keputusan menggunakan metode ELECTRE untuk menentukan prioritas pembangunan infrastruktur. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 5(2), 45–54. <https://doi.org/10.30812/jtik.v5i2.321>

- Paristiowati, M. C., & Fitria, A. N. (2017). Flipped classroom: Alternative of the model of learning to improve student learning outcomes in K-10. *Indonesian Journal of Educational Review (IJER)*, 4(1), 148–152.
- Pudin, C. S. J. (2017). Exploring a flipped learning approach in teaching grammar for ESL students. *IJELTAL (Indonesian Journal of English Language Teaching and Applied Linguistics)*, 2(1), 51–64.
- Putri, R. R. M. R., Ningsih, P., & Widodo, A. W. (2018). Sistem pendukung keputusan (SPK) pemilihan tanaman pangan berdasarkan kondisi tanah menggunakan metode ELECTRE dan TOPSIS. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(8), 2323–2332.
- Roy, B. (1991). The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. *Theory and Decision*, 31(1), 49–73. <https://doi.org/10.1007/BF00134132>
- Tzeng, G.-H., & Huang, J.-J. (2011). *Multiple attribute decision making: Methods and applications*. CRC Press.
- Yoon, K., & Hwang, C.-L. (1995). *Multiple attribute decision making: An introduction*. Sage Publications.
- Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2011). Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics: An overview. *Technological and Economic Development of Economy*, 17(2), 397–427. <https://doi.org/10.3846/20294913.2011.593291>
- Zulkarnaen, M., & Lestari, A. D. (2021). Penerapan metode ELECTRE pada sistem pendukung keputusan pemilihan supplier terbaik. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 9(3), 210–220. <https://doi.org/10.25077/jtsi.9.3.210-220.2021>