

SUATU PENDEKATAN HIBRID MENGGUNAKAN TOPSIS-ENTROPI PADA PENENTUAN SISWA PENERIMA BEASISWA PRESTASI BERBASIS K KRITERIA OBJEKTIF

Maria Ulfah Siregar^{*1}, Titik Nasiroh² Muhammad Mustakim³

^{1,2,3}UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta

Email: ¹ maria.siregar@uin-suka.ac.id, ² titiknasiroh@gmail.com, ³ taqiem235@yahoo.com

^{*}Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 20 Oktober 2020, diterima untuk diterbitkan: 02 Februari 2021)

Abstrak

Kondisi ekonomi Indonesia yang turun seiring pandemi Covid-19 yang belum juga berakhir menyebabkan sebagian masyarakat menghadapi kesulitan ekonomi dalam pemenuhan kebutuhan hidup sehari-hari, salah satunya adalah dalam pembiayaan sekolah anak. Salah satu solusi bagi permasalahan ini adalah dengan pemberian beasiswa bagi siswa. Keterbatasan dana beasiswa ditambah dengan siswa yang berhak menerima bantuan adalah berjumlah banyak, menghendaki adanya suatu sistem yang dapat membantu dalam penentuan siswa penerima beasiswa. Penelitian kami menerapkan pendekatan hibrid dari *Multi-Attribute Decision Making* (MADM) metode Entropi dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Metode Entropi digunakan untuk memberikan pembobotan pada kriteria secara objektif. Metode TOPSIS mencari alternatif terbaik dari sejumlah alternatif, yaitu yang semakin mendekati solusi ideal positif dan menjauhi solusi ideal negatif. Penelitian ini diimplementasikan di SMP N 1 Kokap Yogyakarta dengan menggunakan data siswa kelas 8 sejumlah 146 orang siswa. Terdapat sepuluh kriteria untuk menentukan siswa penerima beasiswa prestasi yaitu nilai pengetahuan, nilai keterampilan, catatan prestasi, keaktifan berorganisasi, jumlah ekstrakurikuler, jumlah ketidakhadiran, penghasilan ayah, penghasilan ibu, jumlah tanggungan orang tua dan status beasiswa. Berdasarkan sebaran dari evaluasi nilai kriteria dengan perhitungan bobot Entropi tanpa menggunakan bobot awal dari sekolah, diperoleh bahwa kriteria catatan prestasi adalah kriteria utama dalam penentuan siswa penerima beasiswa ini dan semua kriteria adalah valid. Output dari sistem ini adalah *ranking* siswa berdasarkan nilai preferensinya. *Pe-ranking*-an ini bisa dijadikan sebagai rekomendasi siswa penerima beasiswa prestasi di SMP N 1 Kokap.

Kata kunci: ekonomi, beasiswa, rekomendasi, MADM, Entropi, TOPSIS

A HYBRID APPROACH USING ENTROPY-TOPSIS TO DETERMINE MERIT SCHOLARS BASED ON OBJECTIVE CRITERIA

Abstract

Economic condition in Indonesia which is gradually decreased during Covid-19 pandemic which has not stopped yet causes some of citizens face economic difficulty in fulfilling their daily life, one of which is to pay their children's school fees. One solution for this problem is to provide scholarship for students. The limited money for scholarship and students who are eligible to get the aids are many in number require a system which can ease in determining the merit scholars objectively. This study applies the hybrid approach of Multi-Attribute Decision Making (MADM) method, Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) and Entropy. Entropy method is used to define objectively a weight of each criteria. TOPSIS method finds the best alternative from several alternatives that getting closer to the positive ideal solution and farther from the negative ideal solution. This study is implemented in SMP N 1 Kokap Yogyakarta and use data of 146 students on Kelas 8. There are ten criteria to determine merit scholars, these are a value of knowledge, a value of skills, a record of merits, organizational activities, the number of extracurriculars, for the number of absences, father's income, mother's income, the number of dependents of parents and scholarship status. Based on disparity of evaluation of criteria's values, the achievements record is the important criteria for this system and all the criteria are valid. The result of this system is a rank of students based on their preference values. This rank could be used as a reference to recommend merit scholars in SMP N 1 Kokap.

Keywords: economy, scholarship, recommendation, MADM, Entropy, TOPSIS

1. PENDAHULUAN

Penentuan penerima beasiswa biasanya menitikberatkan pada rata-rata nilai rapor. Permasalahan yang bisa muncul adalah sulitnya menentukan siswa yang berhak menerima beasiswa, yaitu dimungkinkannya lebih dari seorang siswa dengan nilai rata-rata rapor yang sama, namun hanya sebagian siswa yang mendapat beasiswa. Sehingga rentan akan subjektivitas.

Penelitian mengenai pemilihan siswa berprestasi sudah pernah dilakukan. Salah satunya adalah penelitian yang membandingkan metode Vikor dan Topsis (Pratama, Werdiningsih, & Puspitasari, 2017). Penelitian ini menggunakan metode AHP untuk pembobotan kriteria. Akurasi tertinggi diperoleh Topsis yaitu 80%. Urutan kriteria berdasarkan derajat kepentingan, untuk tiga terpenting adalah aktivitas, nilai rapor, dan nilai prestasi. Kriteria lainnya adalah sikap. Metode Fuzzy Topsis pernah digunakan untuk pemilihan mahasiswa berprestasi (Herawatie & Wuryanto, 2017). Metode ini dipilih untuk mengatasi kriteria yang bersifat campuran *crisp* dan *fuzzy*. Penelitian ini membandingkan tiga metode *pe-rangking-an*: standar Dikti, Topsis, dan Fuzzy Topsis. Hasilnya adalah beberapa *ranking* adalah sama, dan beberapa lainnya berbeda. Penelitian lainnya adalah yang menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW) (Pradana, Purwanti, & Arfriandi, 2018). Penelitian ini menggunakan 8 kriteria yaitu rata-rata nilai Semester I, rata-rata nilai Semester II, penghargaan tingkat kecamatan, penghargaan tingkat kota, penghargaan tingkat nasional, keaktifan berorganisasi, keaktifan ekstrakurikuler, dan kredit poin tingkah laku. Kriteria ke-8 adalah bertipe *cost*. Metode Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets (HFLTTS) pernah digunakan untuk mengatasi masalah penilaian kualitatif pada pemilihan mahasiswa yang berprestasi (Jimmy, Hendry, Sukiman, Perangin Angin, Suryati, & Lusia, 2020). Terdapat tiga kriteria pada penelitian ini yaitu GPA, prestasi, dan kemampuan bahasa Inggris. Penelitian ini bisa mengatasi kerancuan dalam menilai kriteria yang kualitatif. Metode Weighted Product (WP) juga digunakan dalam penelitian pemilihan siswa berprestasi (Mustafidah & Hadyan, 2017). Kriteria yang digunakan adalah IPK, karya tulis, prestasi/kemampuan yang diunggulkan, dan kemampuan bahasa Inggris. Semua kriteria ini adalah bertipe *benefit*.

Penelitian lainnya adalah yang mengkombinasikan FMADM SAW dan TOPSIS, kemudian dibandingkan kinerjanya dengan FMADM SAW, dan FMADM TOPSIS pada permasalahan klasifikasi potensi kewirausahaan yang berdasarkan Theory of Planned Behavior (Rijati, Purwitasari, Sumpeno, & Purnomo, 2020). Hasilnya adalah kombinasi FMADM SAW dan FMADM TOPSIS memberikan solusi lebih optimal dibandingkan kedua

metode tersebut jika berdiri sendiri. Pengujian didasarkan pada uji Friedman, uji Hamming distance, dan MSE (*mean squared error*). Penelitian selanjutnya adalah mengenai perbandingan antara metode AHP-TOPSIS dan ANP-TOPSIS untuk mengukur kinerja sumber daya manusia di Gorontalo (Kaluku & Pakaya, 2017). Nilai tertinggi diberikan oleh metode ANP-TOPSIS sehingga metode ini adalah tepat untuk menganalisis pengukuran kinerja sumber daya. Penelitian yang menggabungkan metode AHP dan TOPSIS pada SPK penerimaan karyawan pernah juga dilakukan oleh Santika (Santika & Handika, 2018). Kombinasi ini menghasilkan rekomendasi yang lebih baik. Penelitian lainnya adalah yang menggabungkan Entropi dan TOPSIS (Dehdasht, Ferwati, Zin, & Abidin, 2020). Entropi digunakan sebagai metode yang dapat secara akurat memberikan bobot pada kriteria TOPSIS. Penelitian ini diterapkan pada pencarian pengemudi utama pada *lean construction*. Selanjutnya adalah penelitian untuk mengimplementasikan metode Entropi dan TOPSIS dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Terbaik (Rupang & Kusnadi, 2018). Kriterianya adalah kualitas dan kuantitas kerja, ketaatan, kerjasama, semangat kerja, dan disiplin. Diperoleh bahwa kriteria kerjasama adalah kriteria utama dalam penentuan karyawan terbaik.

Berdasarkan uraian di atas, metode TOPSIS adalah solutif untuk berbagai permasalahan, salah satunya untuk menyelesaikan pemilihan siswa berprestasi. Sayangnya, kami belum mendapatkan penelitian yang mengkombinasikan metode Entropi dan Topsis dalam pemilihan siswa berprestasi. Hasil keputusan dengan metode TOPSIS bisa lebih ditingkatkan jika dikombinasikan dengan metode SPK lainnya atau digabungkan dengan metode Entropi dalam pembobotan yang lebih baik pada kriteria TOPSIS (Rijati, Purwitasari, Sumpeno, & Purnomo, 2020; Santika & Handika, 2018). Selain itu, kriteria yang digunakan pada penelitian-penelitian tersebut masih kurang lengkap dalam pemilihan siswa berprestasi secara akurat. Berdasarkan analisis tersebut kami mengajukan penelitian ini yaitu dalam penentuan siswa berprestasi yang disertai juga dengan analisis sensitivitas pada perubahan bobot kriteria (Dehdasht, Ferwati, Zin, & Abidin, 2020).

Metode yang digunakan dalam penelitian kami adalah MADM metode TOPSIS dan Entropi. Menggunakan metode MADM, beberapa alternatif akan dipilih dari sekumpulan alternatif yang ditentukan sebelumnya (Istianto & Sugiantoro, 2017). Kriteria yang telah mengalami pembobotan secara Entropi ini digunakan di dalam metode TOPSIS untuk penentuan penerima beasiswa. Metode Entropi dipilih karena bisa menghasilkan pembobotan yang akurat dan menghindari subjektivitas manusia (Dehdasht, Ferwati, Zin, &

Abidin, 2020). Menggunakan TOPSIS, alternatif terpilih adalah yang mendekati solusi ideal positif dan menjauhi solusi ideal negatif. Berdasarkan metode tersebut, solusi adalah alternatif yang menempati *ranking* terbaik setelah sekumpulan alternatif tersebut diurutkan (Tzeng & Huang, 2011). Sehingga TOPSIS diharapkan bisa menghasilkan rekomendasi yang tepat (Kurniawan, Mustafidah, & Shofiyani, 2015; Ardiansyah, 2017; Murti & Chamid, 2019). Melalui *ranking* akan diketahui siswa dengan nilai preferensi tinggi sebagai siswa yang direkomendasikan menjadi penerima beasiswa prestasi secara akurat dan objektif. Penelitian ini diimplementasikan di SMP N 1 Kokap. Kriteria yang kami gunakan adalah nilai pengetahuan, nilai keterampilan, catatan prestasi, organisasi, jumlah ekstrakurikuler, ketidakhadiran, penghasilan ayah, penghasilan ibu, jumlah tanggungan dan status beasiswa. Prestasi non-akademis, seperti keaktifan berorganisasi, ketidakhadiran di kelas dan jumlah ekstrakurikuler, juga dipertimbangkan dalam menilai prestasi seorang siswa. Sebagai makhluk sosial dan melihat kondisi ekonomi masyarakat di masa pandemi ini, tingkat ekonomi orang tua/wali perlu diperhatikan untuk menjaga kesinambungan sekolah siswa. Siswa yang telah mendapat beasiswa lainnya tidak diprioritaskan dalam seleksi ini untuk menjaga keseimbangan dan pemerataan.

2. METODE PENELITIAN

Bagaimana data untuk penelitian ini dikumpulkan didiskusikan secara singkat pada bagian ini. Diskusi selanjutnya adalah mengenai metode yang digunakan untuk menerapkan metode Entropi dan TOPSIS pada sistem rekomendasi ini.

2.1. Tahapan Pengumpulan Data

Pengumpulan data diawali dengan pengamatan secara langsung (observasi) di SMP N 1 Kokap, khususnya pengamatan mengenai kegiatan yang berhubungan dengan penerimaan beasiswa. Hasil dari pengamatan ini dicatat dan dianalisis sehingga dapat ditentukan data apa saja yang akan digunakan dalam sistem.

Bersamaan dengan observasi, wawancara juga dilakukan secara langsung kepada kepala sekolah dan pihak terkait yaitu guru yang menangani beasiswa prestasi (guru BK). Tujuan dari tahapan wawancara ini adalah untuk mendapatkan data dan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian.

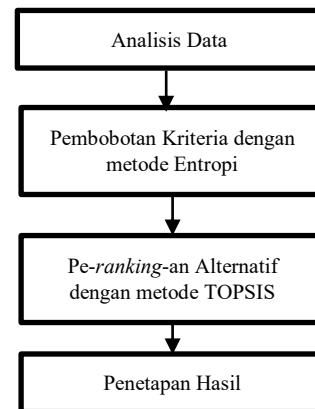
Pengumpulan data sekunder juga dilakukan dengan melakukan studi literatur. Pencarian, pengumpulan referensi baik itu berupa buku, jurnal, skripsi, paper prosiding dan bacaan-bacaan yang terkait dengan penelitian dilakukan pada tahapan penelitian ini.

Setelah data terkumpul, dilakukan analisis data. Bagaimana nilai pengetahuan, nilai keterampilan, catatan prestasi, jumlah ekstrakurikuler, organisasi,

ketidakhadiran, penghasilan ayah, penghasilan ibu, jumlah tanggungan, dan status beasiswa dapat menghasilkan *pe-ranking-an* penerima beasiswa dengan metode MADM model TOPSIS dan Entropi dijelaskan di tahap analisis ini.

2.2. Tahapan Proses Sistem

Tahapan proses sistem digambarkan secara singkat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan proses sistem

2.2.1 Analisis Data

Peneliti bersama *user* (perwakilan sekolah) menganalisis data yang menjadi input bagi sistem rekomendasi ini. Peneliti menggali informasi sebanyak-banyaknya dari *user* untuk mempermudah dalam proses pengembangan sistem.

2.2.2 Pembobotan Kriteria dengan Metode Entropi

Pembobotan kriteria dengan menggunakan metode Entropi dilakukan pada tahap ini. Tahapan dimulai dengan menentukan himpunan kriteria. Himpunan kriteria diperoleh dari sekolah dan ditambah dengan kriteria yang ditentukan peneliti, dengan sepengetahuan sekolah, untuk keefektifan sistem rekomendasi.

Langkah-langkah pembobotan kriteria dengan metode Entropi adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kriteria sebagai dasar dalam rekomendasi penerima beasiswa prestasi.
2. Memetakan nilai alternatif pada kriteria.
3. Menentukan nilai rating untuk setiap kriteria non-numerik atau kategori.

Matriks yang terbentuk dari ketiga proses ini adalah pemetaan nilai kriteria untuk setiap siswa dengan banyak kolom adalah sesuai dengan jumlah kriteria (10) dan banyak baris adalah sesuai dengan jumlah siswa (146).

4. Melakukan normalisasi terhadap data kriteria yang menghasilkan matriks ternormalisasi R . Perhitungan menggunakan Persamaan 1, 2 dan 3.

$$d_i^k = \frac{x_i^k}{x_{maks}^k} \quad (1)$$

$$d_i^k = \frac{x_{min}^k}{x_i^k} \quad (2)$$

$$D_i = \sum_{k=1}^m d_i^k \quad k = 1, 2, \dots, m \quad m \text{ adalah nilai alternatif (jumlah data)} \quad (3)$$

$$dt_i^k = \frac{d_i^k}{D_i} \quad (4)$$

Persamaan 1 digunakan untuk menghitung nilai standar bagi kriteria *benefit*. Sementara Persamaan 2 adalah bagi kriteria *cost*. Nilai ternormalisasi dihitung menggunakan Persamaan 4.

5. Perhitungan Bobot Kriteria.

Bobot kriteria biasanya ditentukan oleh ahli di bidang yang dirujuk. Pada penelitian ini, untuk menghilangkan subjektivitas, kami menggunakan metode Entropi dalam penentuan bobot kriteria.

Sebelum menghitung Entropi dari setiap kriteria, dihitung dahulu e_{maks} dan K . Persamaan 5 dan 6 digunakan untuk menghasilkan nilai keduanya.

$$e_{maks} = \ln m \quad (5)$$

$$K = \frac{1}{e_{maks}} \quad (6)$$

Entropi untuk setiap kriteria bisa dihitung dengan menggunakan Persamaan 7 sebagai berikut:

$$e(d_i^k) = -K \sum_{k=1}^m dt_i^k \ln dt_i^k, K > 0 \quad (7)$$

$e(d_i^k) = e_i$ = nilai Entropi pada setiap kriteria ($k = 1, 2, 3, \dots, m$ = jumlah alternatif; $i = 1, 2, \dots, n$ = jumlah kriteria)

dt_i^k = nilai data yang telah dinormalisasi

Total Entropi untuk setiap kriteria dihitung menggunakan Persamaan 8 berikut:

$$E = \sum_{i=1}^n e_i \quad (8)$$

6. Perhitungan Sebaran Nilai Kriteria.

Sebaran dari evaluasi nilai kriteria dihitung dengan Persamaan 9 berikut:

$$disperity_i = 1 - e_i \quad (9)$$

Jika nilai data ternormalisasi dt_i^k lebih tersebar, maka $disperity_i$ akan semakin besar, ini

menjadikan kriteria ke- i adalah menjadi lebih penting/ utama (Sun, Li-yan, Miao, Cheng-lin, Yang, L., 2017). Jika nilai dt_i^k lebih terkonsentrasi, kriteria ke- i menjadi kurang penting. Jika semua dt_i^k adalah sama dan distribusinya adalah terkonsentrasi, kriteria adalah tidak valid.

Bobot Entropi, jika tidak ada bobot kriteria awal (dari ahli), dihitung dengan Persamaan 10.

$$w_i = \frac{disperity_i}{\sum_{i=1}^n disperity_i} \quad (10)$$

w_i = bobot Entropi untuk kriteria ke- i

Bobot Entropi, jika ada bobot kriteria awal (dari ahli), dihitung dengan Persamaan 11.

$$w'_i = \frac{wa_i \times w_i}{\sum_{i=1}^n wa_i \times w_i} \quad (11)$$

wa_i = bobot awal kriteria ke- i

2.2.3 Pe-ranking-an Alternatif dengan Metode TOPSIS

Pe-ranking-an alternatif menggunakan metode TOPSIS dilakukan di tahap ini. Input pada proses ini yaitu matriks kepentingan dan bobot kriteria yang diperoleh dari proses sebelumnya,

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Menentukan matriks bobot dari nilai kriteria. Matriks ini diperoleh dari bobot kriteria dan nilai ternormalisasi dari langkah-langkah pembobotan Entroi. Persamaan 12 memberikan matriks ini.

$$y = \begin{bmatrix} w_1 \times dt_1^1 & \dots & w_n \times dt_n^1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n \times dt_n^m & \dots & w_n \times dt_n^m \end{bmatrix} \quad (12)$$

2. Menentukan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif. Persamaan yang digunakan adalah Persamaan 13 dan 14:

$$y_i^+ = \begin{cases} \max\{y_{ji}\} \\ j \\ \min\{y_{ji}\} \\ j \end{cases} \quad (13)$$

$$y_i^- = \begin{cases} \min\{y_{ji}\} \\ j \\ \max\{y_{ji}\} \\ j \end{cases} \quad (14)$$

y_i^+ = \max , i adalah kriteria keuntungan (*benefit*)

$y_i^+ = \min, i$ adalah kriteria biaya (*cost*)

$y_i^- = \min, i$ adalah kriteria keuntungan (*benefit*)

$y_i^- = \max, i$ adalah kriteria biaya (*cost*)

Berdasarkan pada kedua persamaan di atas, nilai solusi ideal positif (A^+) dan solusi ideal negatif (A^-) dapat dihitung. Persamaan yang digunakan adalah Persamaan 15 dan 16:

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+) \quad (15)$$

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-) \quad (16)$$

- Menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan solusi ideal positif (D^+) dan jarak antara nilai setiap alternatif dengan solusi ideal negatif (D^-). Persamaan 17 dan 18 digunakan untuk menentukan jarak tersebut.

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{ji} - y_i^-)^2} \quad (17)$$

$$D_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{ji} - y_i^+)^2} \quad (18)$$

D_j^+ = jarak alternatif ke- j dari solusi ideal positif

D_j^- = jarak alternatif ke- j dari solusi ideal negatif

- Menentukan nilai preferensi untuk setiap alternatif, V_j , seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 19.

$$V_j = \frac{D_j^-}{D_j^- + D_j^+} \quad (19)$$

V_j = kedekatan relatif dari alternatif ke- j terhadap solusi ideal positif

Nilai V_j yang besar merepresentasikan alternatif ke- j adalah alternatif yang akan dipilih.

Langkah-langkah penyelesaian TOPSIS di atas adalah lebih banyak jika dibandingkan dengan langkah penyelesaian dengan metode SAW yang tidak ada perhitungan untuk mencari jarak antara alternatif dengan solusi ideal negatif (Iqbalgis & Nurochman, 2019). Hal inilah yang menjadi salah satu pembeda metode SAW dan TOPSIS.

2.2.4 Perekomendasi Hasil

Hasil berupa *pe-rangking-an* disampaikan ke sekolah. *Pe-rangking-an* siswa penerima beasiswa ini hanyalah sebatas rekomendasi, sekolahlah sebagai penentu keputusan akhir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Diskusi mengenai hasil dari sistem diberikan disini. Diskusi dimulai dengan analisis sistem.

3.1. Analisis Sistem

Sistem Rekomendasi Penerima Beasiswa Prestasi ini adalah sistem yang dibuat untuk menentukan penerima beasiswa prestasi di SMP N 1 Kokap. Sistem menggunakan perhitungan dengan MADM metode TOPSIS dan Entropi. Setelah proses perhitungan selesai, sistem akan mengurutkan menurun calon penerima beasiswa berdasarkan nilai preferensi. Sekolah dapat menentukan penerima beasiswa berdasarkan hasil tersebut.

Sistem ini terdiri dari 2 *role user*, yaitu admin dan petugas. Admin bertugas untuk mengelola data kriteria, data siswa dan data *user*, sedangkan petugas hanya dapat mengelola data siswa.

3.2. Analisis Input

Data input yang dibutuhkan dalam proses penentuan penerima beasiswa ini antara lain data kriteria dan data siswa. Data siswa yang digunakan adalah data siswa kelas 8 sejumlah 146 orang siswa. Kemudian akan dilakukan proses pengambilan keputusan menggunakan MADM metode TOPSIS berbasis pembobotan Entropi.

3.3. Analisis Output

Data output yang dihasilkan dari sistem ini adalah rekomendasi calon penerima beasiswa prestasi di SMP N 1 Kokap yang di-*ranking* berdasarkan sesuai nilai preferensinya. Nilai preferensi ini didapat dari nilai setiap kriteria calon penerima beasiswa yang sebelumnya telah melalui proses perhitungan TOPSIS.

3.4. Analisis Kriteria dan Pembobotan

Langkah pertama dari penerapan metode Entropi adalah penentuan kriteria. Sejumlah 10 kriteria digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan rekomendasi beasiswa prestasi di SMP N 1 Kokap seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria

Kriteria	Keterangan	Tipe
C1	Nilai Pengetahuan	Benefit
C2	Nilai Keterampilan	Benefit
C3	Catatan Prestasi	Benefit
C4	Jumlah Ekstrakurikuler	Benefit
C5	Organisasi	Benefit
C6	Ketidakhadiran	Cost
C7	Penghasilan Ayah	Cost
C8	Penghasilan Ibu	Cost
C9	Jumlah Tanggungan	Benefit
C10	Status Beasiswa	Benefit

Selanjutnya adalah pemetaan nilai alternatif pada setiap kriteria yang telah ditentukan. Tersedia 146 data alternatif dan sepuluh data.

Kriteria nilai pengetahuan sebagai kriteria dasar dalam rekomendasi penerima beasiswa prestasi. Data kriteria ini adalah rata-rata nilai pengetahuan rapor siswa. Nilai pengetahuan dari 146 orang siswa berada dalam interval [89.64-74.73].

Selain nilai pengetahuan, nilai keterampilan siswa juga berdasarkan rata-rata nilai rapor siswa (keterampilan). Variabel nilai keterampilan memiliki nilai tertinggi 87.27 dan nilai terendah 76.82

Catatan prestasi adalah bentuk dari prestasi non-akademis yang diraih oleh siswa SMP N 1 Kokap. Siswa yang memiliki catatan prestasi berarti dapat mengembangkan potensinya dan perlu dihargai. Variabel catatan prestasi adalah bertipe non-numerik sehingga perlu dikonversi dengan nilai rating seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Catatan Prestasi

Klasifikasi Catatan Prestasi	Ketentuan	Nilai Rating
Tidak Ada	Sangat Rendah (SR)	1
Kecamatan	Rendah (R)	2
Kabupaten	Cukup (C)	3
Provinsi	Tinggi (T)	4
Nasional	Sangat Tinggi (ST)	5

Kriteria selanjutnya menunjukkan jumlah kegiatan ekstrakurikuler yang diikuti siswa. Adanya kegiatan ekstrakurikuler menunjukkan keaktifan siswa dalam mengikuti kegiatan-kegiatan di sekolah. Salah satu poin pada beasiswa prestasi ini adalah unggul pada kegiatan akademis dan non-akademis. Variabel jumlah ekstrakurikuler memiliki nilai tertinggi 3 dan nilai terendah 1.

Kriteria pada Tabel 3 menunjukkan peran siswa dalam organisasi sekolah yaitu OSIS. Variabel organisasi dikonversi dengan rating nilai seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Organisasi

Klasifikasi Organisasi	Ketentuan	Nilai Rating
Tidak Ada	Sangat Rendah (SR)	1
Anggota	Rendah (R)	2
Seksi	Cukup (C)	3
Sekretaris / Bendahara	Tinggi (T)	4
Ketua / Wakil Ketua	Sangat Tinggi (ST)	5

Siswa yang tidak hadir tanpa keterangan dianggap telah lalai dalam mengikuti pembelajaran di kelas. Siswa yang sering lalai dalam mengikuti pembelajaran menunjukkan bahwa siswa tidak layak untuk menerima beasiswa prestasi ini sehingga kriteria ini adalah bertipe *cost*, yaitu semakin besar nilainya maka semakin kecil bobot kriteria ini, dibandingkan dengan 5 kriteria sebelumnya yang bertipe *benefit* yang semakin besar nilainya maka semakin besar bobot kriteria tersebut. Variabel ketidakhadiran dikonversi dengan nilai rating dan ditunjukkan pada Tabel 4. Kriteria ketidakhadiran termasuk ke dalam kriteria numerik, tetapi variabel ini mengandung nilai 0. Oleh karena itu, kriteria ini pun dikategorikan dan diratingkan sebagaimana ditunjukkan di Tabel 4.

Tabel 4. Ketidakhadiran di kelas

Klasifikasi Ketidakhadiran	Ketentuan	Nilai Rating
0	Sangat Rendah (SR)	5
1	Rendah (R)	4
2	Cukup (C)	3
3	Baik (B)	2
≥ 4	Tinggi (T)	1

Selain kriteria yang menunjukkan prestasi akademis dan non-akademis siswa, penghasilan ayah juga digunakan sebagai kriteria pendukung dalam rekomendasi penerima beasiswa prestasi. Kriteria ini adalah bertipe *cost*. Sehingga, jika penghasilan ayah semakin besar maka bobot pada kriteria ini semakin kecil yang menyebabkan nilai preferensi siswa menjadi kecil sehingga kemungkinan terpilihnya siswa menjadi kecil juga. Sebaliknya, adalah berlaku. Variabel penghasilan ayah yang berupa kategori dikonversi dengan nilai rating seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Penghasilan Ayah

Klasifikasi Penghasilan Ayah	Ketentuan	Nilai Rating
Tidak Berpenghasilan	Sangat Rendah (SR)	6
$0 < x \leq 500.000$	Rendah (R)	5
$500.000 < x \leq 1.000.000$	Cukup (C)	4
$1.000.000 < x \leq 1.500.000$	Baik (B)	3
$1.500.000 < x \leq 2.000.000$	Tinggi (T)	2
$x > 2.000.000$	Sangat Tinggi (ST)	1

Selain penghasilan ayah, penghasilan ibu juga digunakan sebagai kriteria pendukung dalam rekomendasi penerima beasiswa prestasi. Kriteria ini juga adalah bertipe *cost*. Variabel penghasilan ibu yang berupa kategori dikonversi dengan nilai rating seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Penghasilan Ibu

Klasifikasi Penghasilan Ibu	Ketentuan	Nilai Rating
Tidak Berpenghasilan	Sangat Rendah (SR)	6
$0 < x \leq 500.000$	Rendah (R)	5
$500.000 < x \leq 1.000.000$	Cukup (C)	4
$1.000.000 < x \leq 1.500.000$	Baik (B)	3
$1.500.000 < x \leq 2.000.000$	Tinggi (T)	2
$x > 2.000.000$	Sangat Tinggi (ST)	1

Kriteria lainnya adalah jumlah anak yang menjadi tanggungan dari orangtua siswa. Variabel jumlah tanggungan memiliki nilai [3-1].

Siswa yang belum memiliki bantuan pendidikan (beasiswa lain), akan lebih diprioritaskan. Variabel status beasiswa dikonversi dengan nilai rating seperti ditunjukkan pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Status Beasiswa

Status Beasiswa	Ketentuan	Nilai Rating
Ya	Rendah (R)	1
Tidak	Tinggi (T)	2

3.6. Analisis Hasil

Sebagian data siswa yaitu sepuluh dari 146 data siswa diberikan pada Tabel 8-10. Kami tidak menampilkan semua data karena keterbatasan jumlah

halaman. Kami sengaja memilih sepuluh data siswa yang kemudian menjadi rekomendasi penerima beasiswa prestasi. Urutan pada tabel adalah sesuai dengan urutan di data awal.

Tabel 8. Data Siswa Memuat C1-C3

No	Nama	Nilai Pengetahuan	Nilai Keterampilan	Catatan Prestasi
1	Anggara Davi P.	78.73	79.45	kab
2	Nafsya Amalia Harwin	81.64	81.55	kab
3	Eka Putri	76.73	80.09	kab
4	Naufal Rasyid	81.45	82.27	kab
5	Achamd Donny A	79.73	81.55	kab
6	Aditya Pratama	79.09	80.18	kab
7	Muh David K	80.91	82.00	kab
8	Aditia Tri H.	77.82	79.73	kab
9	Amalia Mufida	81.00	82.09	kab
10	Najwa Fanny A	76.82	80.45	kab

Tabel 9. Data Siswa Memuat C4-C7

No	Jumlah Ekstra	Organisasi	Ketidakhadiran	Penghasilan Ayah
1	2	Anggota	2	kurang dari 500k
2	1	Anggota	0	Tidak Berpenghasilan
3	1	Anggota	1	1jt-1.5jt
4	1	Anggota	0	500-1jt
5	1	Anggota	0	500-1jt
6	1	Anggota	0	kurang dari 500k
7	2	Anggota	0	kurang dari 500k
8	3	Seksi	0	kurang dari 500k
9	2	Anggota	0	kurang dari 500k
10	2	Anggota	0	kurang dari 500k

Tabel 10. Data Siswa Memuat C8-C10

No	Penghasilan Ibu	Jumlah Tanggungan	Status Beasiswa
1	kurang dari 500k	5	Tidak
2	kurang dari 500k	4	Tidak
3	kurang dari 500k	3	Ya
4	500-1jt	3	Tidak
5	Tidak Berpenghasilan	3	Tidak
6	Tidak Berpenghasilan	3	Ya
7	kurang dari 500k	2	Tidak
8	kurang dari 500k	2	Tidak
9	kurang dari 500k	2	Tidak
10	kurang dari 500k	2	Tidak

Setiap siswa dilengkapi dengan data sepuluh kriteria seperti yang dijelaskan di bagian sebelumnya

Langkah ketiga dari penerapan metode Entropi adalah membuat matriks rating nilai kriteria pada setiap alternatif (siswa). Tabel 11 menunjukkan matriks rating untuk kriteria non-numerik (C3, dan C5) dan kategori (C6, C7, C8, dan C10). Sementara untuk kriteria numerik (C1, C2, C4, dan C9), nilai bagi masing-masing kriteria bagi setiap siswa bisa dilihat di Tabel 8-10. Nilai pada kriteria C6, C7 dan C8 adalah numerik, tetapi dalam penelitian ini kami tentukan sebagai kriteria kategori untuk menghindari operasi dengan angka 0. Hal ini karena beberapa siswa memiliki nilai 0 pada kriteria ini.

Tabel 11. Matriks Nilai Rating Kriteria Non-Numerik dan Kategori

Alt	C3	C5	C6	C7	C8	C10
A1	3	2	5	2	2	2
A2	3	2	5	1	2	2
A3	3	2	4	4	1	1
A4	3	2	5	3	1	2
A5	3	2	5	3	1	2
A6	3	2	5	2	1	1
A7	3	2	5	2	2	2
A8	3	3	5	2	2	2
A9	3	2	5	2	2	2
A10	3	2	5	2	2	2

Proses selanjutnya adalah melakukan normalisasi pada data nilai rating setiap alternatif. Nilai normalisasi ini diperoleh dengan menggunakan Persamaan 1-4. Matriks ternormalisasi adalah matriks R .

$$R = \begin{bmatrix} 0.0067765420 & \dots & 0.0074074074 & \dots & 0.0076335878 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.0068075283 & \dots & 0.0074074074 & \dots & 0.0038167939 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.0066121422 & \dots & 0.0074074074 & \dots & 0.0076335878 \end{bmatrix}$$

Misalkan nilai ternormalisasi untuk sel (1,1) dari matriks R , yang merupakan alternatif ke-4, kriteria pertama dan bertipe *benefit*, diperoleh sebagai berikut dengan Persamaan 1-4:

$$d_1^4 = \frac{x_1^4}{x_{1maks}^4} = \frac{77.91}{89.64} = 0.8691432396$$

$$D_1 = \sum_{k=1}^m d_1^k = 129.6075412762$$

$$dt_1^4 = \frac{d_1^4}{D_1} = 0.0067059619$$

Nilai ternormalisasi di sel (1,6) adalah alternatif ke-4, kriteria ke-6 dan bertipe *cost*, diperoleh sebagai berikut dari Persamaan 1-4:

$$d_6^4 = \frac{x_{6min}^4}{x_6^4} = \frac{1}{5} = 0.2000000000$$

$$D_6 = \sum_{k=1}^m d_6^k = 675.0000000000$$

$$dt_6^4 = \frac{d_6^4}{D_6} = 0.0074074074$$

Matriks ternormalisasi di atas menggunakan jumlah nilai data standar maksimum dan minimum untuk setiap kriteria (ada 10 kriteria) dengan Persamaan 3, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} D_1 &= 129.6075412762 & D_2 &= 135.3957832016 \\ \dots & & \dots & \\ D_5 &= 61.8000000000 & D_6 &= 675.0000000000 \\ \dots & & \dots & \end{aligned}$$

Misal nilai D_5 diperoleh dari $D_5 = \sum_{k=1}^{146} d_5^k = 61.8000000000$

Kemudian nilai Entropi untuk setiap kriteria per alternatif dihitung. Terlebih dahulu dihitung e_{maks} dan K dengan menggunakan Persamaan 5 dan 6. Nilai yang diperoleh bagi keduanya adalah: 4.9836066217, dan 0.2006578921.

$$\begin{aligned} e_{maks} &= \ln 146 = 4.9836066217 \\ K &= \frac{1}{4.98361} = 0.2006578921 \end{aligned}$$

Nilai Entropi untuk setiap kriteria dihitung dengan menggunakan Persamaan 7, sebagaimana berikut:

$$\begin{aligned} e_1 &= 0.9999346602 & e_2 &= 0.9999716389 \\ \dots & & \dots & \\ e_9 &= 0.9893002114 & e_{10} &= 0.9941726338 \end{aligned}$$

Misal untuk nilai Entropi kriteria 1, diperoleh dari:

$$\begin{aligned} e(d_1^{146}) &= -0.2006578921 \sum_{k=1}^{146} dt_1^k \ln dt_1^k \\ &= 0.9999346602 \end{aligned}$$

Total Entropi untuk keseluruhan kriteria, E , adalah 9.8909313044. Nilai ini dihitung dengan menggunakan Persamaan 8.

$$E = \sum_{i=1}^{10} e_i = 9.8909313044$$

Berdasarkan nilai Entropi pada setiap kriteria, sebaran nilai kriteria bisa dievaluasi dengan Persamaan 9. Sebaran untuk setiap kriteria adalah:

$$\begin{aligned} disp_1 &= 0.0000653398 & disp_2 &= 0.0000283611 \\ \dots & & \dots & \\ disp_5 &= 0.0046259221 & disp_6 &= 0.0055749831 \\ \dots & & \dots & \end{aligned}$$

Sebagai contoh sebaran nilai kriteria ke-6, diperoleh:

$$\begin{aligned} disp_6 &= 1 - e_6 = 1 - 0.9944250169 \\ &= 0.0055749831 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai sebaran tersebut, bisa dilihat bahwa kriteria ke-3 (catatan prestasi) memiliki nilai tertinggi. Nilai tertinggi menyatakan sebaran nilai kriteria ini tidak terkonsentrasi dan kriteria ini adalah penting dalam penentuan penerima beasiswa prestasi. Dilanjutkan pada posisi kedua adalah penghasilan ibu

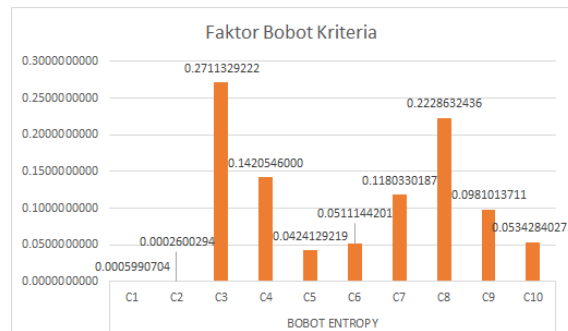
(kriteria ke-8), dan jumlah ekstrakurikuler (kriteria ke-4) di posisi ketiga. Hasil evaluasi ini menunjukkan bahwa beasiswa prestasi akan diberikan pada siswa yang catatan prestasinya bagus. Penghasilan ibu yang kurang (kriteria ini adalah bersifat *cost*) bisa menunjukkan bahwa ibu lebih banyak menghabiskan waktunya di rumah untuk mendampingi anak-anaknya belajar dan jumlah ekstrakurikuler yang banyak diikuti bisa menunjukkan siswa aktif dalam pengembangan diri sesuai minat. Berdasarkan pengecekan kami, tidak ada kriteria yang semua nilainya sama untuk setiap alternatif siswa. Merujuk pada penjelasan sebelumnya, semua kriteria adalah valid.

Validnya semua kriteria memungkinkan dihitungnya faktor bobot untuk setiap kriteria dengan Persamaan 10. Gambar 2 menunjukkan bobot akhir.

$$\begin{aligned} w_1 &= 0.0005990704 & w_2 &= 0.0002600294 \\ \dots & & \dots & \end{aligned}$$

Bobot awal kriteria sudah kami desain dengan persetujuan sekolah, tetapi kami memilih untuk tidak menggunakan bobot awal tersebut untuk mengurangi subjektivitas. Sebagai contoh adalah bobot kriteria 1:

$$\begin{aligned} w_1 &= \frac{disperity_1}{\sum_{i=1}^{10} disperity_1} = \frac{0.0000653398}{0.1090686956} \\ &= 0.0005990704 \end{aligned}$$



Gambar 2. Bobot akhir setiap kriteria

Penghitungan faktor bobot setiap kriteria mengakhiri proses penerapan Entropi. Selanjutnya adalah penerapan TOPSIS. Langkah pertama adalah menentukan matriks bobot setiap kriteria (matriks evaluasi), matriks y , ditunjukkan sebagai berikut:

$$y = \begin{bmatrix} 0.0000040173 & \dots & 0.0003786253 & \dots & 0.0004078504 \\ 0.0000042097 & \dots & 0.0003786253 & \dots & 0.0004078504 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.0000039611 & \dots & 0.0003786253 & \dots & 0.0004078504 \end{bmatrix}$$

Mari ambil sel (2,1) yang berasal dari alternatif ke-16 dan kriteria ke-1 menggunakan Persamaan 12.

$$\begin{aligned} y_1 &= w_1 \times dt_1^{16} = 0.0005990704 \times 0.0070270149 \\ &= 0.0000042097 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya adalah solusi ideal positif (A^+) dan solusi ideal negatif (A^-) yang dihitung dengan Persamaan 13-16. Tabel 12 menunjukkan solusi ideal positif dan negatif.

Tabel 12. Solusi Ideal Positif dan Negatif

	A+	A-
C1	0.0000046222	0.0000038534
C2	0.0000019205	0.0000016905
C3	0.0035365164	0.0011788388
C4	0.0019283430	0.0006427810
C5	0.0006862932	0.0001372586
C6	0.0000757251	0.0003786253
C7	0.0002394179	0.0014365073
C8	0.0006139483	0.0036836900
C9	0.0012976372	0.0002595274
C10	0.0004078504	0.0002039252

Misalkan solusi ideal positif bagi kriteria ke-6. Kriteria ini adalah bertipe *cost*:

$$y_6^+ = \min, \text{ kriteria ini } cost = 0.0000757251$$

Sehingga akan dicari nilai kriteria terkecil dari seluruh alternatif di kriteria ke-6 pada matriks y di atas. Ada 6 alternatif yang memenuhi.

Jarak ideal positif untuk setiap siswa dihitung. Tabel 13 menunjukkan jarak ideal positif dan negatif untuk sepuluh siswa sebagaimana data di Tabel 8-10. Persamaan 17 dan 18 digunakan untuk menghitung jarak ideal positif dan negatif.

Tabel 13. Jarak Ideal Positif dan Negatif Siswa

Alt	Jarak Ideal Positif	Jarak Ideal Negatif
A1	0.0010529621	0.0037493951
A2	0.0015356643	0.0036998924
A3	0.0016433898	0.0039376685
A4	0.0015532802	0.0039784028
A5	0.0015532803	0.0039784028
A6	0.0015107291	0.0040233506
A7	0.0013095494	0.0036121526
A8	0.0010988870	0.0037873036
A9	0.0013095494	0.0036121526
A10	0.0013095494	0.0036121526

Sebagai contoh jarak ideal positif alternatif ke-4 terhadap solusi ideal positif kriteria ke-1 (baris pertama pada Tabel 17).

$$D_4^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{4i} - y_i^+)^2} = 0.0010529621$$

Nilai preferensi untuk setiap siswa dihitung. Persamaan yang digunakan adalah Persamaan 19. Misalkan dihitung nilai preferensi alternatif ke-4:

$$\begin{aligned}
 V_4 &= \frac{D_4^-}{D_4^- + D_4^+} \\
 &= \frac{0.0037493951}{0.0010529621 + 0.0037493951} \\
 &= 0.7807405645
 \end{aligned}$$

Nilai preferensi untuk 10 siswa kami berikan di Tabel 14 yang sudah dilengkapi dengan data lainnya.

Tabel 14 menunjukkan rekomendasi 10 siswa penerima beasiswa prestasi di SMP N 1 Kokap pada Semester 1 Tahun Ajaran 2019/2020 yang telah diurutkan dari siswa yang memiliki nilai preferensi tinggi. Berdasarkan Tabel 14, tidak ada satupun siswa yang memiliki nilai preferensi yang sama. Kami

menggunakan bilangan desimal sampai ketelitian 10 digit.

Tabel 14. Rekomendasi 10 Penerima Beasiswa Prestasi

No	NIS	Nama	Kelas	Nilai Preferensi
1	8710	Anggara D. P.	8A	0.7807405645
2	8798	Aditia T. H.	8D	0.7751035362
3	8801	Amalia M.	8D	0.7339234769
4	8783	Muh David K	8C	0.7339234766
5	8811	Najwa F. A.	8D	0.7339234620
6	8770	Aditya P.	8C	0.7270134950
7	8750	Naufal R.	8B	0.7192029605
8	8767	Achmad D. A	8C	0.7192029565
9	8723	Nafsy A. H.	8A	0.7066855730
10	8743	Eka Putri	8B	0.7055415525

Analisis sensitivitas kemudian diaplikasikan pada *ranking* di atas. Kami menggunakan tiga perubahan nilai bobot kriteria, yaitu 0.2, 0.3, dan 0.4 (Dehdasht, Ferwati, Zin, & Abidin, 2020).

Perubahan bobot pertama menghasilkan *ranking* siswa dengan urutan pertama dan kedua saja yang sama dengan *ranking* sebelumnya. Perbedaan lainnya adalah nilai preferensi siswa menurun.

Perubahan yang kedua dan ketiga juga hanya menghasilkan urutan pertama dan kedua yang sama dengan urutan *ranking* semula. Temuan lainnya adalah semakin besar perubahan, semakin kecil nilai preferensi siswa.

Berdasarkan percobaan pengubahan bobot kriteria ini, Anggara D.P. dan Aditia T.H. adalah dua siswa yang paling terekomendasi sebagai penerima beasiswa prestasi. *Ranking* siswa adalah sangat sensitif terhadap perubahan bobot kriteria.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian kami di SMP N 1 Kokap, kami telah berhasil menerapkan *Multi-Attribute Decision Making* metode TOPSIS-Entropi pada sistem rekomendasi penerima beasiswa prestasi di SMP N 1 Kokap. MADM metode TOPSIS-Entropi menggunakan sepuluh kriteria. Kriteria catatan prestasi memiliki sebaran nilai kriteria tertinggi sehingga menjadi kriteria utama dalam penetapan penerima beasiswa. Metode TOPSIS dapat memberikan rekomendasi berupa *pe-ranking-an* siswa calon penerima beasiswa prestasi berdasarkan pada besar nilai preferensi masing-masing siswa. Siswa yang memiliki nilai preferensi tinggi lebih diprioritaskan sebagai penerima beasiswa prestasi. Walaupun sistem ini berhasil memberikan rekomendasi siswa penerima beasiswa prestasi, keputusan akhir tetap berada di tangan pengambil keputusan di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- ARDIANSYAH, H. (2017). Sistem Penunjang Keputusan Pemilihan Guru Terbaik dengan Metode TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) Studi Kasus: SDN Bendungan Hilir 01 Pagi Jakarta Pusat, Jurnal Informatika Universitas Pamulang, 2(2), 89-96.
- DEHDASHT, G., FERWATI, M.S., ZIN, R.M., & ABIDIN, N.Z. (2020). A Hybrid Approach using Entropy and TOPSIS to Select Key Drivers for a Successful and Sustainable Lean Construction Implementation. *PLoS ONE*, 15(2): e0228746, 1-32. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228746>
- HERAWATIE, D., & WURYANTO, E. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Mahasiswa Berprestasi dengan Metode Fuzzy TOPSIS. *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, 3(2), 92-100.
- ISTIANTO, Y., & SUGIANTORO, B. (2017). *Design of Decision Support System Selection of Beach Tourism Object in GunungKidul using Fuzzy AHP Method*. *IJID*, 6(2), 34-39.
- IQBALGIS, H., & NUROCHMAN. (2019). Aplikasi Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) dalam Pengembangan Sistem Pencarian Toko Batik Berbasis Android. *JISKa*, 4(2), 125-137.
- JIMMY, HENDRY, SUKIMAN, PERANGIN ANGIN, J.T.K., SURYATI, L. & LUSIAH. (2020). Decision Support System with the HFLTS Method in Student Achievement Selection, 2020 3rd International Conference on Mechanical, Electronics, Computer, and Industrial Technology (MECnIT), Medan, Indonesia, 287-290, doi: 10.1109/MECnIT48290.2020.9166639.
- KALUKU, M.R.A. & PAKAYA, N. (2017). Penerapan Perbandingan Metode AHP-TOPSIS dan ANP-TOPSIS Mengukur Kinerja Sumber Daya Manusia di Gorontalo. *Jurnal Ilmiah ILKOM*, 9(2), 124-131.
- KURNIAWAN, E., MUSTAFIDAH, H., & SHOFIYANI, A. (2015). Metode TOPSIS untuk Menentukan Penerimaan Mahasiswa Baru Pendidikan Dokter di Universitas Muhammadiyah Purwokerto. *JUITA*, III(4), 201-206.
- MURTI, A.C., & CHAMID, A.A. (2019). Sistem Pendukung Keputusan untuk Penentuan Prioritas Pemberdayaan Masyarakat Melalui Prilaku Hidup Bersih dan Sehat Menggunakan Metode TOPSIS. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 6(5), 501-508.
- MUSTAFIDAH, H. & HADYAN, H.N. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Mahasiswa Berprestasi di Universitas Muhammadiyah Purwokerto Menggunakan Metode Weighted Product (WP), V(1), 51-61.
- PRADANA, R., PURWANTI, D., & ARFRIANDI, A. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Siswa Berprestasi Berbasis Website dengan Metode Simple Additive Weighting. *JSINBIS (Jurnal Sistem Informasi Bisnis)*, 8(1), 34-41.
- PRATAMA, R.P., WERDININGSIH, I., & PUSPITASARI, I. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Siswa Berprestasi di Sekolah Menengah Pertama dengan Metode VIKOR dan TOPSIS. *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, 3(2), 113-121.
- RIJATI, N., PURWITASARI, D., SUMPENO, S., & PURNOMO, M.H. (2020). *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making* untuk Klasifikasi Potensi Kewirausahaan Berdasarkan *Theory of Planned Behavior*. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 9(1), 25-34.
- RUPANG, M.A. & KUSNADI, A. (2018). Implementasi Metode Entropy dan Topsis dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Terbaik (Studi Kasus: Jakarta Smart City). *ULTIMA Computing*, X(1), 13-18.
- SANTIKA, P.P. & HANDIKA, I.P.S. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Karyawan dengan Metode AHP TOPSIS (Studi Kasus: PT. Global Retailindo Pratama). *SINTECH (Science and Information Technology) Journal*, 1(1), 1-9.
- SUN, L.-y., MIAO, C.-L., & YANG, L. (2017). Ecological-economic efficiency evaluation of green technology innovation in strategic emerging industries based on entropy weighted TOPSIS method. *Ecological Indicators*, 73, 554-558.
- TZENG, GH. & HUANG, JJ. (2011). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. USA: CRC Press.