

Literature Review: Trend Penerapan MCDM Metode ELECTRE, EDAS dan ARAS

Indah Sasmita¹, Rice Novita², Nesdi Evrilayan Rozanda³, Muhammad Luthfi Hamzah⁴

^{1,2,3,4} Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. H.R. Soebrantas no. 155 KM. 18 Simpang Baru, Pekanbaru 28293

11750325059@students.uin-suska.ac.id¹, rice.novita@uin-suska.ac.id², nesdi.rozanda@uin-suska.ac.id³, muhammad.luthfi@uin-suska.ac.id⁴

Abstrak – Pengambilan keputusan multi-criteria (MCDM) menunjukkan tujuan dari pengambilan keputusan beberapa kriteria yang saling bertentangan. Pengambilan keputusan multi-criteria merupakan salah satu topik permasalahan yang paling banyak ditangani oleh para peneliti. Sekitar 38 makalah tentang pengambilan keputusan multi-criteria pada metode ELECTRE, EDAS dan ARAS telah diidentifikasi melalui serangkaian pertanyaan dan diklasifikasikan berdasarkan tahun 2015 sampai 2020. Hasil identifikasi solusi permasalahan pada ilmu keputusan lebih disukai metode ELECTRE sebesar 30%, ilmu keputusan, energi, teknik, ekonomi dan multidisiplin pada EDAS sebesar 20%, dan ARAS pada bidang energi sebesar 26%. Selanjutnya, hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ARAS merupakan metode yang paling trend dikalangan peneliti dengan mengacu pada banyaknya kasus penerapan multi-criteria.

Kata Kunci – MCDM, ELECTRE, EDAS, ARAS, Trend

PENDAHULUAN

Pengambilan keputusan adalah cabang dari ilmu operasi sub-disiplin yang memiliki peran penting dalam sebagian besar aktivitas manusia sehari-hari baik itu pada pekerjaan secara profesional maupun politik [1] dengan tugas yang sangat kompleks dan sulit. Pengambilan keputusan merupakan cabang dari model *Riset Operasi* (OR) yang digunakan untuk menangani permasalahan keputusan dari sejumlah kriteria keputusan, model ini biasa disebut pengambilan keputusan multi-kriteria (MCDM) [2] yang telah berkembang pesat pada bidang pendukung manajemen ilmiah. Metode MCDM telah menjadi objek penelitian aktif dan menghasilkan banyak makalah serta buku sejak tahun 1960-an dengan menggunakan konsep pengetahuan dari banyak bidang seperti matematika, teori keputusan perilaku, ekonomi, teknologi komputer, rekayasa perangkat lunak dan sistem informasi. Perancangan MCDM ditujukan untuk

alternatif yang disukai, mengklasifikasikan alternatif dari sejumlah kecil kategori dan memberikan peringkat alternatif dalam bentuk urutan preferensi subjektif [3].

Metode MCDM dalam beberapa tahun terakhir telah banyak digunakan untuk membantu pemilihan alternatif terbaik. Setiap alternatif terdapat permasalahan pengambilan keputusan multikriteria dapat ditujukan pada satu kriteria yang bersifat kualitatif atau kuantitatif. Metode ini sendiri tidak hanya dalam masalah kehidupan nyata yang perlu dipertimbangkan kriteria, tetapi juga perlu keinginan dari praktisi untuk mengusulkan teknik pengambilan keputusan yang ditingkatkan menggunakan kemajuan terbaru pada optimasi matematika, komputasi ilmiah dan teknologi computer [4]. Terdapat artian lain yang sering digunakan pada jenis model keputusan yang sama yaitu analisis keputusan multi-kriteria (MCDA), pada alternatif model MCDA tidak diketahui apriori tapi dapat ditentukan dengan proses perhitungan sejumlah variabel diskrit atau kontinue yang bertujuan memecahkan masalah dan menentukan alternatif terbaik [5].

Seiring waktu, banyak metode MCDM yang telah dibentuk dan diusulkan untuk menganalisis data matriks keputusan dan mengurutkan alternatif terbaik, seperti: *Elimination Et Choix Traduisant la Realite* (ELECTRE) [6], *Evaluation Based on Distance from Average Solution* (EDAS) [7] dan *Additive Ratio Assessment* (ARAS) [8]. Ketiga metode tersebut mempunyai pola algoritma yang berbeda. ELECTRE adalah salah satu model berkonsep outranking yang membandingkan pasangan alternatif berdasarkan setiap kriteria yang sesuai berdasarkan pada preferensi dan interaksi antara faktor-faktor keputusan [6]. EDAS adalah metode yang menggunakan solusi rata-rata atau disebut juga jarak positif dari rata-rata (PDA) dan jarak negatif dari rata-rata (NDA) yang dipertimbangkan untuk penilaian alternatif [9]. EDAS merupakan salah satu metode terbaru yang sudah memiliki banyak ekstensi karena dapat mengatasi permasalahan yang mengandung kriteria bertentangan, perhitungan yang tidak rumit dan mudah diterapkan [7]. sedangkan ARAS adalah metode yang mengukur derajat kegunaan dari setiap alternatif pada pilihan terbaik yang ideal. Dan dapat dikatakan juga sebagai metode MCDM yang baru

berkembang, tetapi sangat efektif dan mudah digunakan untuk menyelesaikan permasalahan [10]. Oleh karena itu, jumlah praktisi yang mengikuti trend penerapan metode ELECTRE, EDAS dan ARAS pada masalah keputusan beberapa kriteria praktis dan penelitian pada aspek sensitivitas metode ELECTRE, EDAS dan ARAS semakin meningkat yang dapat digambarkan dengan meningkatnya jumlah makalah ilmiah dan presentasi konferensi.

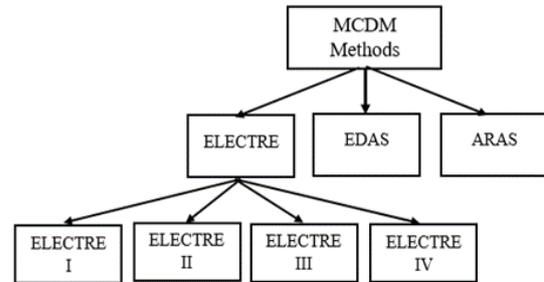
Makalah ini bertujuan untuk mendukung para pengambil keputusan dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang memiliki banyaknya pilihan yang tersedia dengan hasil dari perbandingan melalui literatur review dan meringkas posisi saat ini dari ruang lingkup penelitian MCDM. Ringkasan ini mencakup klasifikasi metode ELECTRE, EDAS dan ARAS, distribusi publikasi, tahun publikasi, frekuensi kutipan, penulis, dan jurnal publikasi. Untuk fokus utamanya adalah pada makalah membahas perbandingan dari metode ELECTRE, EDAS dan ARAS dan juga membahas makalah tentang perbandingan yang menggunakan konsep metode ELECTRE, EDAS dan ARAS.

METODE PENELITIAN

Pencarian artikel jurnal yang dijadikan sebagai pedoman dalam tulisan ini bersumber dari (ScienceDirect, Springer, MDPI, IEEE, Taylor & Francis, Wiley) dengan ketentuan dan kriteria seleksi yang ditetapkan oleh organisasi atau institusi penyedia jasa penerbit artikel jurnal maupun prosiding yang sudah terakreditasi, bereputasi dan terindeks SCOPUS. Selanjutnya melakukan penelusuran menggunakan kata kunci utama yaitu: MCDM, ELECTRE, Fuzzy ELECTRE, EDAS, Fuzzy EDAS, dan ARAS, Fuzzy ARAS di masing-masing halaman web jurnal. Dari hasil penelusuran diperoleh data awal ScienceDirect 200 artikel, Springer 78 artikel, IEE sebanyak 150 artikel, Taylor & Francis 178 artikel dan Wiley sebanyak 90 artikel. Untuk keseluruhan data awal yang diperoleh sebanyak 696 artikel. Kemudian dilakukan penyaringan dari semua artikel dengan kriteria tahun terbit artikel dimulai dari 2015 sampai 2020, dilakukan pemilahan dari masing-masing metode (ELECTRE, EDAS, ARAS), untuk judul artikel dan abstrak harus memiliki salah satu kata ELECTRE, EDAS dan ARAS, serta artikel tersebut lolos dari tim peer-review yang berbahasa inggris dan tidak berbayar.

Metode MCDM mengacu pada pengambilan keputusan realistik dan umum yang telah banyak diterapkan pada berbagai bidang aplikasi [11], bidang industri dan manufaktur [6] untuk menemukan solusi alternatif terbaik. ada sekitar 22 metode MCDM yang telah digunakan dalam pengambilan keputusan [12] dan terdapat beberapa perkembangan metode MCDM yang terbaru seperti metode *Superiority and Inferiority Ranking* (SIR),

Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA), *Subjective Weighting Method Using Continuous Interval Scale*, dan *Multi-Attribute Evaluation using Imprecise Weight Estimates* (IMP) [13]. Dalam studi ini, menggambarkan beberapa aspek penting dan trend baru di MCDM yang dapat ditampilkan melalui hierarki metode berikut.

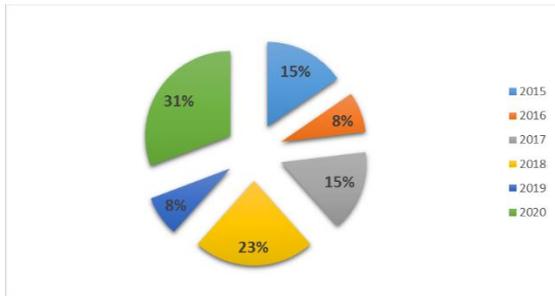


Gambar 1. Struktur Hierarki Metode MCDM

A. Metode ELECTRE

ELECTRE adalah singkatan dari "*Elimination Et Choix Traduisant la Realite*" multikriteria yang merupakan salah satu dari metode pengambilan keputusan multikriteria berkonsep outranking [6]. Kelebihan metode outranking ini mampu menghitung skala ordinal tanpa mengubah skala asli menjadi kisaran, sehingga dapat mempertahankan makna verbal asli [14]. Para peneliti berpendapat bahwa konsep outranking lebih relevan dengan situasi yang efektif dari pada konsep dominasi restriktif [15].

Metode ELECTRE pertama kali perkenalkan oleh Benayoun dkk. pada tahun 1966 [11]. Setelah metode ELECTRE banyak dikenal luas oleh peneliti, metode tersebut berkembang menjadi beberapa varian yang berbeda seperti ELECTRE I, ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IV, ELECTRE IS dan ELECTRE TRI. ELECTRE I dan IS digunakan untuk permasalahan seleksi, ELECTRE II, III, IV diterapkan pada permasalahan peringkat, serta ELECTRE TRI dirancang untuk penyortiran bermasalah dari varian yang dipertimbangkan [16]. Metode ELECTRE banyak digunakan dalam literatur. Sebuah tinjauan literatur untuk ELECTRE menggunakan pencarian artikel jurnal yang dijadikan pedoman pada makalah ini, bersumber dari beberapa jurnal (ScienceDirect, Springer, MDPI, IEEE, Taylor & Francis, Wiley) dan memberikan 13 makalah diterbitkan dari semua bidang yang sebelumnya sudah dilakukan penyaringan dengan hasil 9 makalah ELECTRE, 2 makalah ELECTRE I, 1 makalah ELECTRE II, 1 makalah ELECTRE III dan 0 makalah ELECTRE IV. Berikut ini adalah tinjauan pustaka untuk metode ELECTRE dari tahun ke tahun.



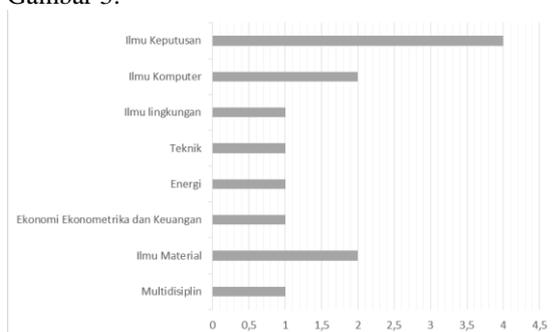
Gambar 2. Studi Metode ELECTRE Berdasarkan Tahun

Salah satu studi terbaru, Singh dkk. [17] menggunakan teknik optimasi hibrida antara ELECTRE II dengan entropy yang diterapkan untuk komposit gesekan rem yang berbasis serat alami. Dalam pemilihan konsep penelitian digunakan tiga set serat alami. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit gesekan yang mengandung 10% serat pisang menjadi pilihan pertama. Zhang dkk. [18] mengusulkan penyederhanaan metode ELECTRE menggunakan beberapa metrik node untuk jaringan virtual yang melibatkan jaringan substrat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang diusulkan efisien dalam bentuk rata-rata jangka panjang, rasio pendapatan biaya dan rasio penerimaan permintaan VN. Studi berbasis ELECTRE telah banyak dipublikasikan diberbagai jurnal, jurnal ternama yang mempublikasi artikel dibidang ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jurnal Penerbit Artikel Berbasis ELECTRE

Institusi Penerbit Jurnal	Total
ScienceDirect	5
Springer	2
MDPI	1
IEEE	3
Taylor & Francis	1
Wiley	1

ELECTRE telah digunakan diberbagai area. Area-area ini dapat dikategorikan diberbagai bidang seperti: Ilmu Keputusan, Ilmu Komputer, Ilmu Lingkungan, Teknik, Multidisiplin, Ekonomi Ekonometrika dan Keuangan, Ilmu Material, serta Energi. Bidang tersebut dapat dilihat sesuai pada Gambar 3.



Gambar 3. Kajian Metode ELECTRE Berdasarkan Area

Kilic dkk. [19] mengembangkan Intuitionistic Fuzzy ELECTRE dan dipadukan dengan DEMATEL secara terintegrasi untuk memecahkan masalah pengambilan keputusan personal. Dimana IF-DEMATEL digunakan untuk mendapatkan bobot dan kriteria, sedangkan IF-ELECTRE ditujukan untuk penentuan peringkat berdasarkan evaluasi kardinal dan ordinal.

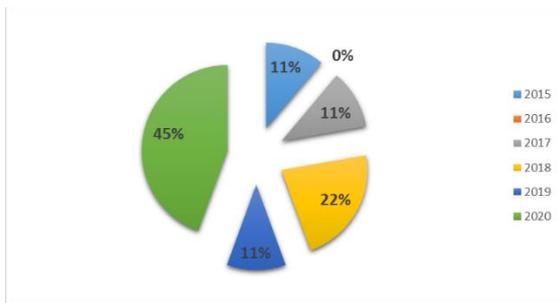
B. Metode EDAS

Ghorabae dkk. [9] pertama kali mengusulkan metode EDAS “*Evaluation based on Distance from Average Solution*” untuk mengatasi masalah klasifikasi inventaris *multi criteria decision making* (MCDM). Metode EDAS sangat efektif terutama jika terdapat permasalahan kriteria yang bertentangan dalam MCDM. Metode tersebut mirip dengan VIKOR dan TOPSIS, tetapi dalam perhitungannya didasarkan dua ukuran yang berkaitan dengan keinginan alternatif PDA (Jarak Positif dari Rata-Rata) dan NDA (Jarak Negatif dari Rata-Rata) dari AS (solusi rata-rata) [20]. Kelebihan yang terdapat pada metode EDAS yaitu dengan hanya memperhitungkan solusi rata-rata (AV) sehubungan dengan intangibilitas pembuat keputusan (DM) dan ketidakpastian lingkungan dalam pengambilan keputusan untuk memperoleh hasil agregasi yang lebih akurat dan efektif [21].

Metode EDAS pertama kali dikembangkan pada tahun 2015 yang merupakan metode baru. EDAS telah sering digunakan dan dikembangkan oleh peneliti dalam metode pengambilan keputusan multikriteria, sehingga menghasilkan EDAS fuzzy biasa, EDAS fuzzy intuisi, EDAS tipe-2 fuzzy dan intervalGrey EDAS [22]. Prosedur komputasinya dapat diidentifikasi secara inovatif berdasarkan pendekatan terverifikasi. Seperti disebutkan Ghorabae dkk, metode EDAS menggunakan jarak positif dan negatif dari AV untuk menilai alternatif dan selanjutnya diterapkan pada klasifikasi persediaan [23].

Makalah pertama yang mengusulkan untuk menggunakan metode EDAS diterbitkan pada tahun 2015 [9]. Kemudian, Han dan Wei [24] mengusulkan perluasan dari metode EDAS untuk menangani masalah pengambilan keputusan multikriteria di lingkungan fuzzy dengan bilangan *neutrosophic multivalued* (MVNNs). Permasalahan pengambilan keputusan yang diusulkan, pada lingkungan metode extended fuzzy EDAS kriteria dan bobotnya sudah efisien dan stabilitas untuk memecahkan masalah MCDM. Di mana metode tersebut membutuhkan lebih sedikit preprocessing data dan lebih sedikit perhitungan.

Sebuah tinjauan literatur untuk metode EDAS menggunakan pencarian artikel jurnal bersumber dari ScienceDirect, Springer, MDPI, IEEE, Taylor & Francis, Wiley dan memberikan 10 makalah yang diterbitkan dari semua bidang. Jumlah artikel yang diterbitkan dari tahun ke tahun dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Studi Metode EDAS Berdasarkan Tahun

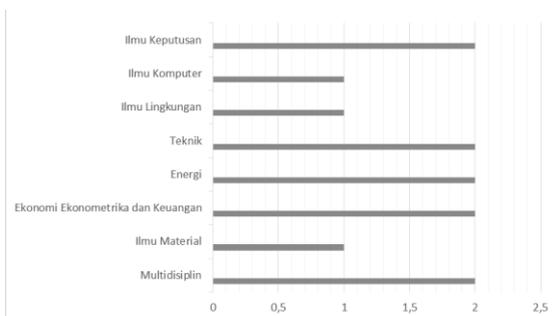
Dalam salah satu studi terbaru, Yazdani dkk. [25] mengusulkan metode EDAS untuk evaluasi sumber daya energi dengan menggunakan entropi shannon terintegrasi. Dalam pendekatan ini, metode entropi shannon digunakan untuk menentukan kriteria dan metode EDAS memprioritaskan teknologi energi terbarukan. Dalam pemilihan konsep penelitian digunakan model keputusan multikriteria dengan 8 kriteria dan 7 alternatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa energi angin sebagai sumber yang paling sesuai.

Kajian berbasis EDAS telah dipublikasikan di berbagai jenis jurnal, jurnal yang mempublikasi artikel dibidang ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jurnal Penerbit Artikel Berbasis EDAS

Institusi Penerbit Jurnal	Total
ScienceDirect	1
Springer	3
MDPI	1
IEEE	2
Taylor & Francis	1
Wiley	2

Metode EDAS telah banyak digunakan diberbagai area. Area – area tersebut dapat dikategorikan dalam bidang sebagai berikut: Ilmu Keputusan, Ilmu Komputer, Ilmu Lingkungan, Teknik, Multidisiplin, Ekonomi Ekonometrika dan Keuangan, Ilmu Material, serta Energi. Khususnya dibidang ilmu keputusan, teknik, energi, ekonomi dan multidisiplin metode tersebut telah banyak digunakan yang dapat dilihat pada Gambar 5.



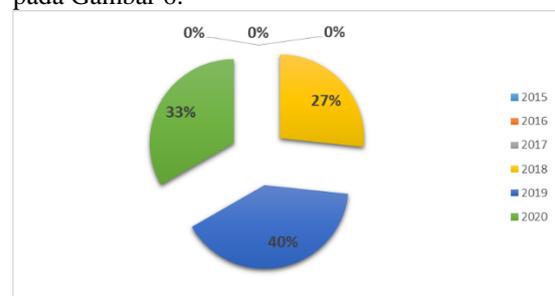
Gambar 5. Kajian Metode EDAS Berdasarkan Area

Metode EDAS menggunakan generalisasi lain dan perluasan himpunannya juga telah diterbitkan dalam literatur. Beberapa makalah yang baru diterbitkan seperti, He dkk. [26] adalah makalah yang mengusulkan beberapa teori dasar dari bahasa *2-tupel Pythagoras* (P2TLS) dengan metode EDAS dan merancang P2TLN-EDAS. Penerapan metode tersebut pada studi kasus numerik tentang keselamatan konstruksi dengan lima pilihan perusahaan konstruksi dan membandingkan hasilnya dengan operator P2LWA/P2LWG dan metode P2TLN-TODIM.

C. Metode ARAS

ARAS singkatan dari “*Additive Ratio Assessment*” adalah pendekatan pengambilan keputusan multikriteria yang yang perkembangannya di mulai pada tahun 2010 oleh Zavadskas dan Turskis [8]. Dasar metode ARAS adalah dimana suatu alternatif harus memiliki rasio atau nilai akhir terbesar untuk mendapatkan hasil dari solusi terbaik. Metode tersebut memberikan rasio setiap alternatif terhadap alternatif yang ideal, nilai fungsi utilitas menentukan efisiensi relatif kompleks yang berbanding lurus dengan nilai bobot kriteria utama dan dampak relatif dari alternatif dari permasalahan [27].

Menurut [28], mengatakan bahwa ARAS memiliki beberapa keunggulan diantaranya: perhitungannya mudah dipahami, konsep logis, sederhana dan bobot prioritas didapat dengan perbandingan. Sejak pertama kali muncul, metode ini telah diperluas diberbagai bidang yaitu metode Fuzzy ARAS (ARAS-F) dan metode Grey ARAS (ARAS-G). Sebuah tinjauan literatur untuk ARAS menggunakan pencarian artikel jurnal bersumber dari ScienceDirect, Springer, MDPI, IEEE, Taylor & Francis, Wiley yang sebelumnya sudah dilakukan penyaringan sehingga memberikan 15 makalah yang diterbitkan dari semua bidang. Jumlah artikel yang diterbitkan dari tahun ke tahun dapat ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Studi Metode ARAS Berdasarkan Tahun

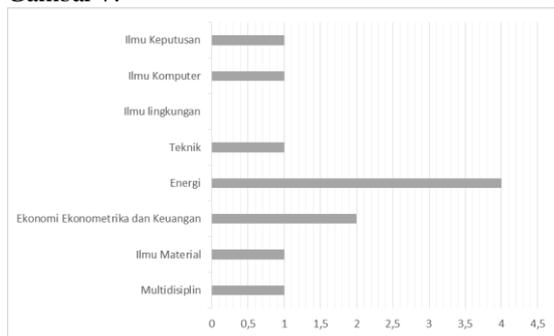
Iodarche dkk. [29] mengusulkan versi tambahan dari metodologi ARAS untuk memperhitungkan nilai yang tidak tepat dan linguistik yang diberikan untuk membuat keputusan

dengan mengintegrasikan interval type-2 hesitant fuzzy set. metode ARAS diterapkan pada kasus nyata yang berkaitan dengan penyimpanan hidrogen. Bahrami dkk. [30] mengembangkan metode ARAS yang di hybrid dengan metode BWM untuk pemetaan daerah prospektif Cu di abhar. Menggunakan kriteria target berupa data geosains. Berikut ini jurnal yang banyak menerbitkan artikel berbasis ARAS dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Jurnal yang menerbitkan artikel berbasis ARAS

Institusi Penerbit Jurnal	Total
ScienceDirect	7
Springer	0
MDPI	1
IEEE	3
Taylor & Francis	3
Wiley	1

Metode ARAS telah digunakan diberbagai wilayah. Wilayah tersebut dapat dikategorikan kedalam bidang: Ilmu Keputusan, Ilmu Komputer, Ilmu Lingkungan, Teknik, Multidisiplin, Ekonomi Ekonometrika dan Keuangan, Ilmu Material, serta Energi. Bidang tersebut dapat dilihat sesuai pada Gambar 7.



Gambar 7. Kajian Metode ARAS Berdasarkan Area

HASIL DAN PEMBAHASAN

Banyak metode MCDM telah dibuat dan diterapkan selama beberapa tahun terakhir. Dalam makalah ini, terdapat 38 artikel jurnal ELECTRE, EDAS dan ARAS yang muncul dalam periode 2015 hingga 2020 untuk memecahkan masalah evaluasi dan pengambilan keputusan multi-kriteria. Berdasarkan tinjauan literatur, keuntungan dan kekurangan yang diamati dapat dilihat pada Tabel 4. Pembahasan adalah penjelasan dasar, hubungan dan generalisasi yang ditunjukkan oleh hasil. Uraianya menjawab pertanyaan penelitian. Jika ada hasil yang meragukan maka tampilkan secara objektif.

Tabel 4. Keuntungan dan Kekurangan

Metode	Keuntungan	Kekurangan
ELECTRE	Diperlukan dalam kasus yang tidak ada kejelasan dan kepastian	Berkonsep outranking yang alternatif tidak diidentifikasi, membuat proses dan hasilnya sulit untuk dijelaskan dan dipahami
EDAS	Efisiensi tinggi dan sedikit membutuhkan komputasi	Membutuhkan banyak masukan, dan preferensi harus tepat
ARAS	Memiliki proses yang sederhana, konsep logis dan bobot prioritas didapat dengan perbandingan	Penggunaan <i>utility degree</i> tidak selalu mempertimbangkan koefisien, mengasumsi bahwa permasalahan rumit bisa dipahami dengan sederhana.

Tabel 5 menunjukkan persentase dari bidang studi sehubungan dengan metode MCDM, Dengan menghitung jumlah angka perbandingan publikasi yang menggunakan metode ELECTRE, EDAS dan ARAS pada bidang tertentu dibagi dengan jumlah keseluruhan publikasi dari bidang yang sama. Dapat dilihat pada Tabel 5, diketahui bahwa metode ELECTRE lebih disukai untuk solusi permasalahan ilmu keputusan dengan persentase 30%, EDAS di bidang ilmu keputusan, teknik, energi, ekonomi dan multidisiplin sebesar 20%, dan ARAS di bidang energi dengan presentase 26%.

Tabel 5. Persentase Bidang Studi

Bidang	ELECTRE	EDAS	ARAS
Ilmu Keputusan	0,30	0,2	0,06
Ilmu Komputer	0,15	0,1	0,06
Ilmu Lingkungan	0,07	0,1	0,00
Teknik	0,07	0,2	0,06
Energi	0,07	0,2	0,26
Ekonomi & Ekonometrika & Keuangan	0,07	0,2	0,13
Ilmu Material	0,15	0,1	0,06
Multidisiplin	0,07	0,2	0,06

Secara keseluruhan dari rata-rata presentase penerapan metode MCDM pada bidang tertentu menunjukkan bahwa metode ARAS memiliki jumlah yang paling banyak dalam kasus penerapan metode multi-criteria. Terlihat juga adanya peningkatan eksponensial dalam penggunaan metode ARAS untuk bidang studi yang dipertimbangkan. Trend tersebut akan terus berlanjut dari tahun-tahun mendatang. Diharapkan juga bahwa metode ARAS

menjadi metode yang paling banyak digunakan dalam pengambilan keputusan.

Berdasarkan hasil literatur review yang telah dilakukan dari beberapa makalah diatas, sehingga didapat hasil ringkasan pembahasan metode MCDM (ELECTRE, EDAS, ARAS) yang digunakan dan diterapkan diberbagai bidang sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Ringkasan *Literature Review*

Nama Penulis	Metode	Penerapan
K. Govindan and M. B. Jepsen	ELECTRE I	Penentuan seleksi supplier
E. K. Zavadskas, Ž. Stević, Z. Turskis, and M. Tomašević	EDAS-M, CRITIC	Evaluasi kendaraan otonom
S. Amirhoodasi, A. B. Naeni, and A. Makui	DELPHI-DEMATEL-ELECTRE	Pengambilan keputusan penyedia teknologi
A. Mostafaeipour, S. J. Hosseini Dehshiri, and S. S. Hosseini Dehshiri	SWARA, ARAS	Lokasi pembangunan tenaga listrik panas bumi untuk produksi hidrogen
M. K. Ghorabae, E. K. Zavadskas, L. Olfat, and Z. Turskis	EDAS	Klasifikasi pemasok
G. S. Naghiu, I. Giurca, I. Aschilean, and G. Badea	ELECTRE	Pemilihan konsentrasi radiasi matahari untuk panel fotovoltaik
C. Silvia, C. Antonella, and M. Enea	ELECTRE 1, FMECA	Mengidentifikasi mode kegagalan
L. Fei, J. Xia, Y. Feng, and L. Liu	ELECTRE	Pemilihan pemasok
S. S. Hashemi, S. H. R. Hajiagha, E. K. Zavadskas, and H. A. Mahdiraji	ELECTRE III	Pemilihan proyek investasi
S. Komsiyah, R. Wongso, and S. W. Pratiwi	FUZZY ELECTRE	Pemilihan vendor semen
Y. Mei and K. Xie	ELECTRE	Strategi evakuasi
L. D. M. Salas, E. C. Gonzales, M. R. G. Diaz, and V. G. Gonzalez	ELECTRE	Pemilihan dan pengolahan pemmbuangan sampah kota
T. Singh, P. Pattnaik, C. I. Pruncu, A. Tiwari, and G. Fekete	ELECTRE II, ENTROPI	Pemilihan komposisit gesekan rem
P. Zhang, H. Yao, C. Qiu, and Y. Liu	ELECTRE	Penyematan jaringan virtual
H. S. Kilic, A. E. Demirci, and D. Delen	IF-DEMATEL, IF-ELECTRE	Pemilihan personel
F. Dammak, L. Baccour, A. Ben Ayed, and A. M. Alimi	ELECTRE	Menggunakan <i>interval-valued intuitionistic fuzzy sets</i> dan <i>possibility</i>

		<i>theory</i> untuk pemilihan proyek investasi
X. Li, Y. Ju	EDAS	Perluas metode untuk penggambaran lingkungan fuzzy,
A. Mitra	EDAS	Pemilihan Gradasi Serat Rami Mentah
W. Liang, G. Zhao and S. Luo	EDAS-ELECTRE	Evaluasi produksi tambang emas
L. Han and C. Wei	EDAS	Memperluas metode berdasarkan <i>multivalued neutrosophic sets</i> untuk pemilihan proyek pada perusahaan investasi
Y. Y. Li, J. Q. Wang, and T. L. Wang	EDAS	Pendekatan untuk multikriteria <i>neutrosifik lingustik</i>
L. Han, and C. Wei	EDAS	Pengambilan keputusan berdasarkan himpunan <i>neutrosifik bernilai banyak</i>
M. Yazdani, A. E. Torkayesh, E. D. Santibanez-Gonzalez, and S. K. Otaghsara	SHANNON ENTROPY, EDAS	Evaluasi sumber daya energi terbarukan
J. P. Fan, R. Cheng, and M. Q. Wu	EDAS	Pengusulan metode edas baru untuk MCGDM dalam lingkungan fuzzy kompleks
N. Kundakci	MACBETH-EDAS	Evaluasi ketel uap
M.Keshavarz-Ghorabae, M. Amiri, E. K. Zavadskas, Z. Turskis, and J. Antucheviciene	Fuzzy EDAS	Evaluasi subkontraktor
P. P. Das, and S. Chakraborty	EDAS	Penggunaan metode EDAS untuk pemesinan hibrida dilingkungan fuzzy intuitionistic
J. H. Dahooie, E. K. Zavadskas, M. Abolhasani, A. Vanaki, and Z. Turskis	Fuzzy ARAS	Evaluasi proyek pengeboran sumur minyak dan gas
Y. K. Fu	AHP, ARAS, MCGP	Pemilihan pemasok catering

M. Gihram, and H. Frikha	ARAS	Pengusulan metode ARAS-H untuk kasus hierarki kriteria
M. K. Balki, S. Erdogan, S. Aydin, and C. Sayin	SWARA-ARAS	Menggabungkan SWARA-ARAS untuk optimalisasi parameter engine
F. Ecer	FUZZ AHP-ARAS	Evaluasi layanan mobile banking
S. S. Goswami, and D. K. Behera	ENTROPY-ARAS	Pemilihan material
B. Ghenai, M. Albawab, and M. Bettayeb	ARAS-SWARA	Penggunaan metode hibrid ARAS-SWARA untuk sistem energi
M. Iordache, D. Schitea, M. Deveci, İ. Z. Akyurt, and I. Iordache	ARAS	Pemilihan lokasi penyimpanan hidrogen menggunakan <i>interval type-2 hesitant fuzzy sets</i>
M. A. Praogo, J. E. Suseno, and D. M. K. Nugraheni	ARAS	Pemilihan lahan budidaya kelapa sawit
P. Rani, A. R. Mishra, and M. D. Ansari	Fuzzy ARAS, TOPSIS	Seleksi ponsel cerdas menggunakan <i>interval-valued intuitionistic</i>
Y. Bahrami, H. Hassani, and A. Maghsoudi	BWM, ARAS	Pemetaan prospektifitas Cu

KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan metode MCDM terkhususnya ELECTRE, EDAS dan ARAS telah banyak diterapkan dalam literatur. Makalah ini telah mengkategorikan metode ELECTRE, EDAS dan ARAS yang berhubungan dengan bidangnya (ilmu keputusan, ilmu komputer, teknik, dll). Diamati dari hasil rata-rata persentase bahwa teknik dan ilmu komputer bukanlah bidang yang paling banyak diadopsi. Dari persentase tersebut didapatkan bahwa setiap metode memiliki perbedaan dari solusi permasalahan yang digunakan. Dan ditemukan hasil tinjauan literatur dari 38 makalah periode 2015 sampai 2020, ARAS merupakan metode yang paling trend atau yang paling banyak digunakan dalam pengambilan keputusan multi-criteria. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk penggunaan metode terbaik dalam pengambilan keputusan. Untuk kedepannya, diharapkan penelitian ini dapat dikembangkan lagi dengan menggunakan lebih banyak metode sehingga mendapatkan hasil yang lebih akurat.

REFERENSI

- [1] K. Govindan and M. B. Jepsen, "ELECTRE: A comprehensive literature review on methodologies and applications," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 250, no. 1, pp. 1–29, 2016.
- [2] E. Triantaphyllou, B. Shu, S. N. Sanchez, and T. Ray, "EEEE1.pdf," *Electronics*, vol. 15, pp. 175–186, 1998.
- [3] M. Behzadian, S. Khanmohammadi Otaghsara, M. Yazdani, and J. Ignatius, "A state-of the-art survey of TOPSIS applications," *Expert Syst. Appl.*, vol. 39, no. 17, pp. 13051–13069, 2012.
- [4] M. Behzadian, R. B. Kazemzadeh, A. Albadvi, and M. Aghdasi, "PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 200, no. 1, pp. 198–215, 2010.
- [5] X. Wang and E. Triantaphyllou, "Ranking irregularities when evaluating alternatives by using some ELECTRE methods," *Omega*, vol. 36, no. 1, pp. 45–63, 2008.
- [6] A. Praba, R. Pinem, T. Handayani, and L. M. Huizen, "Komparasi Metode ELECTRE, SMART dan ARAS Dalam Penentuan Prioritas RENAKSI Pasca Bencana Alam," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 1, no. 4, pp. 109–116, 2020.
- [7] E. K. Zavadskas, Ž. Stević, Z. Turskis, and M. Tomašević, "A novel extended EDAS in Minkowski space (EDAS-M) method for evaluating autonomous vehicles," *Stud. Informatics Control*, vol. 28, no. 3, pp. 255–264, 2019.
- [8] A. Mostafaeipour, S. J. Hosseini Dehshiri, and S. S. Hosseini Dehshiri, "Ranking locations for producing hydrogen using geothermal energy in Afghanistan," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 45, no. 32, pp. 15924–15940, 2020.
- [9] M. K. Ghorabae, E. K. Zavadskas, L. Olfat, and Z. Turskis, "Multi-Criteria Inventory Classification Using a New Method of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS)," *Inform.*, vol. 26, no. 3, pp. 435–451, 2015.
- [10] S. S. Goswami and D. K. Behera, "Implementation of ENTROPY-ARAS decision making methodology in the

- selection of best engineering materials,” *Mater. Today Proc.*, vol. 38, no. xxxx, pp. 2256–2262, 2020.
- [11] M. Aruldoss, “A Survey on Multi Criteria Decision Making Methods and Its Applications,” *Am. J. Inf. Syst.*, vol. 1, no. 1, pp. 31–43, 2013.
- [12] W. K. M. Brauers and E. K. Zavadskas, “Robustness of MULTIMOORA: A method for multi-objective optimization,” *Informatica*, vol. 23, no. 1, pp. 1–25, 2012.
- [13] J. Rezaei, “Best-worst multi-criteria decision-making method,” *Omega (United Kingdom)*, vol. 53, pp. 49–57, 2015.
- [14] J. R. Figueira, S. Greco, B. Roy, and R. Słowiński, “An Overview of ELECTRE Methods and their Recent Extensions,” *J. Multi-Criteria Decis. Anal.*, vol. 20, no. 1–2, pp. 61–85, 2013.
- [15] S. H. Zanakis, A. Solomon, N. Wishart, and S. Dublisch, “Multi-attribute decision making: A simulation comparison of select methods,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 107, no. 3, pp. 507–529, 1998.
- [16] E. D. Comaniță *et al.*, “Challenges and opportunities in green plastics: An assessment using the electre decision-aid method,” *Environ. Eng. Manag. J.*, vol. 14, no. 3, pp. 689–702, 2015.
- [17] T. Singh, P. Pattnaik, C. I. Pruncu, A. Tiwari, and G. Fekete, “Selection of natural fibers based brake friction composites using hybrid ELECTRE-entropy optimization technique,” *Polym. Test.*, vol. 89, no. January, 2020.
- [18] P. Zhang, H. Yao, C. Qiu, and Y. Liu, “Virtual network embedding using node multiple metrics based on simplified electre method,” *IEEE Access*, vol. 6, pp. 37314–37327, 2018.
- [19] H. S. Kilic, A. E. Demirci, and D. Delen, “An integrated decision analysis methodology based on IF-DEMATEL and IF-ELECTRE for personnel selection,” *Decis. Support Syst.*, vol. 137, no. July, p. 113360, 2020.
- [20] X. Li, Y. Ju, D. Ju, W. Zhang, P. Dong, and A. Wang, “Multi-attribute group decision making method based on EDAS under picture fuzzy environment,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 141179–141192, 2019.
- [21] F. Uysal and N. Koc, “Reverse logistics and application of ARAS method,” *Pressacademia*, vol. 4, no. 2, pp. 178–185, 2017.
- [22] A. Ulutaş, “Sewing Machine Selection for a Textile Workshop by Using EDAS Method.”
- [23] B. D. Rouyendegh and T. E. Erkan, “An application of the Fuzzy ELECTRE method for academic staff selection,” *Hum. Factors Ergon. Manuf.*, vol. 23, no. 2, pp. 107–115, 2013.
- [24] L. Han and C. Wei, “An Extended EDAS Method for Multicriteria Decision-Making Based on Multivalued Neutrosophic Sets,” *Complexity*, vol. 2020, 2020.
- [25] M. Yazdani, A. E. Torkayesh, E. D. Santibanez-Gonzalez, and S. K. Otaghsara, “Evaluation of renewable energy resources using integrated Shannon Entropy—EDAS model,” *Sustain. Oper. Comput.*, vol. 1, no. December, pp. 35–42, 2020.
- [26] T. He, “A NOVEL EDAS BASED METHOD FOR MULTIPLE,” vol. 26, no. 6, pp. 1125–1138, 2020.
- [27] F. Ecer, “An integrated fuzzy AHP and ARAS model to evaluate mobile banking services,” *Technol. Econ. Dev. Econ.*, vol. 24, no. 2, pp. 670–695, 2018.
- [28] M. Zamani, A. Rabbani, A. Yazdani-Chamzini, and Z. Turskis, “An integrated model for extending brand based on fuzzy ARAS and ANP methods,” *J. Bus. Econ. Manag.*, vol. 15, no. 3, pp. 403–423, 2014.
- [29] M. Iordache, D. Schitea, M. Deveci, İ. Z. Akyurt, and I. Iordache, “An integrated ARAS and interval type-2 hesitant fuzzy sets method for underground site selection: Seasonal hydrogen storage in salt caverns,” *J. Pet. Sci. Eng.*, vol. 175, no. January, pp. 1088–1098, 2019.
- [30] Y. Bahrami, H. Hassani, and A. Maghsoudi, “BWM-ARAS: A new hybrid MCDM method for Cu prospectivity mapping in the Abhar area, NW Iran,” *Spat. Stat.*, vol. 33, 2019.
- [31] D. Stanujkic, “Extension of the ARAS method for decision-making problems with interval-valued triangular fuzzy numbers,” *Inform.*, vol. 26, no. 2, pp. 335–355, 2015.

