

OPTIMASI HASIL PERANGKINGAN SAW DENGAN *EUCLIDEAN LENGTH OF A VECTOR* UNTUK PERANGKINGAN BANYAK PERINGKAT

Uyock Anggoro Saputro

Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta

email :uyock@amikom.ac.id

Abstraksi

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil lebih dari sebuah metode perankingan, dalam hal ini pada metode *Simple Additive Weighting* (SAW). Secara umum metode perankingan akan memberikan hasil berupa sebuah baris peringkat alternatif pilihan. Namun metode perankingan tersebut belum dapat diimplementasikan apabila dihadapkan pada kasus pencarian peringkat untuk beberapa kompetensi sekaligus dengan menggunakan kriteria penilaian yang sama tanpa harus melakukan proses penilaian ulang, maka perlu adanya proses optimasi dalam penyelesaiannya. Optimasi yang dilakukan tidak sekadar menyelesaikan masalah pada perankingan banyak peringkat sekaligus, namun juga memastikan konsistensi hasil perankingan dan tidak mengubah peringkat yang seharusnya didapatkan oleh tiap alternatif. Untuk itu perlu adanya proses normalisasi yang sesuai untuk menjaga konsistensi nilai akhir tiap alternatif tersebut. Dengan penelitian ini diharapkan didapatkan solusi baru dalam mencari perankingan banyak peringkat sekaligus.

Kata Kunci :

SAW, TOPSIS, optimasi, normalisasi

Abstract

This study aims to get better result from a ranking method, in this case we use Simple Additive Weighting (SAW) method. In general use, the result of ranking method is only one alternative choice rank list. However, this ranking method cannot be implemented when faced with the case of several competences rank at once by using same assessment criteria without reassessment the process, an optimization is needed then. Optimization does not only for solve the many rank process at once, but also ensure the consistency of ranking result and not make any change of the ranking that should be obtained by each alternative. For this case, it's necessary to have an appropriate normalization process to maintain the consistency of each alternative final values. This study hope to found a new solution to solve multiple ranks at once.

Keywords :

SAW, TOPSIS, optimization, normalization

Pendahuluan

Perankingan umumnya dilakukan untuk mendapatkan calon alternatif yang tepat sesuai dengan kebutuhan pada sebuah kompetensi. Dalam dimensi sistem informasi, perankingan erat kaitannya dengan sistem pendukung keputusan, yaitu sistem informasi yang menyediakan informasi, pemodelan, dan pemanipulasian data [1]. Sistem pendukung keputusan tersebut umumnya dibuat untuk mencari sebuah solusi suatu masalah maupun untuk mengevaluasi suatu peluang. Istilah SPK/DSS kemudian digunakan untuk menggambarkan sistem yang dirancang untuk membantu seorang manajer pada suatu departemen dalam memecahkan masalah yang spesifik [2].

Sebelum menjadi sebuah sistem yang siap digunakan, Sistem Penunjang Keputusan memerlukan metode-metode tertentu untuk melakukan kalkulasi. Metode tersebut antara lain *Linear Programming (LP)*, Regresi Linear Sederhana, *Weighted Product (WP)*, *Profile*

Matching, *Simple Additive Weighting (SAW)*, *Technique For Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*, *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE)*, *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, Metode Perbandingan Eksponenioan (MPE), *Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)* yang semuanya memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing [2]. Dari beberapa metode tersebut, perhitungan yang dilakukan akan menghasilkan sebuah daftar perankingan calon kandidat/alternatif pilihan. Hal tersebut akan menimbulkan permasalahan apabila perankingan yang dibutuhkan tidak hanya digunakan untuk sebuah kompetensi saja, melainkan banyak kompetensi sekaligus. Perankingan banyak kompetensi tersebut juga harus tetap mempertahankan konsistensi hasil penilaian tiap kriteria. Untuk menambahkan fitur pada metode perankingan agar dapat digunakan untuk banyak kompetensi sekaligus perlu adanya optimasi hasil perankingan [3].

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *Simple Additive Weihting* (SAW), yang memiliki konsep dasar yaitu mencari penjumlahan terbobot semua kriteria yang dimiliki setiap alternatif [4] metode ini sangat simpel dan dapat digunakan dalam lingkup yang luas [5]. Optimasi yang akan dilakukan yaitu penambahan fitur untuk dapat digunakan pada perangkingan banyak peringkat sekaligus. Fitur yang ditambahkan berupa memberikan normalisasi pada hasil metode SAW dengan proses normalisasi yang terdapat pada metode TOPSIS yaitu *Euclidean Length of a vector*. TOPSIS sendiri merupakan sebuah metode pengambilan keputusan yang dikenalkan pertama kali oleh Hwan dan Yoon, dengan prinsip utama yaitu memilih alternatif yang memiliki jarak terbesar dengan solusi ideal negatif dan jarak terpendek dengan solusi ideal positif [6]. Dengan adanya optimasi ini, diharapkan dapat meningkatkan fitur perangkingan SAW untuk bisa digunakan dalam perangkingan banyak kompetensi sekaligus dengan kriteria penilaian yang sama, namun memiliki bobot penilaian yang berbeda untuk tiap kompetensinya.

Tinjauan Pustaka

Simple Additive Weighting (SAW)

Metode SAW membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan (X) untuk menyetarakan skala pada semua baris matriks ternormalisasi (R) dengan bobot preferensi yang sesuai (W) dengan matriks kolom [7]. Terdapat dua atribut pada SAW yaitu kriteria keuntungan (benefit) dan kriteria biaya (cost) [8]. Langkah detail perangkingan dengan metode SAW adalah sebagai berikut :

1. Menentukan calon Alternatif (A)
2. Menentukan kriteria penilaian sebagai acuan pengambilan keputusan (C)
3. Memberikan nilai rating kecocokan setiap alternatif
4. Menentukan bobot kepentingan tiap kriteria (W)

$$W = [W_1 W_2 \dots W_j] \quad (1)$$

5. Membuat tabel rating kecocokan dari setiap alternatif pada setiap kriteria
6. Membuat matriks keputusan X, yang dibentuk dari tabel rating kecocokan setiap alternatif kriteria dengan bentuk

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{i1} & \dots & X_{ij} \end{bmatrix} \quad (2)$$

7. Melakukan normalisasi matriks keputusan X dengan cara menghitung nilai rating kinerja ternormalisasi (r) dari alternatif A_i pada kriteria C_j .

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\text{Max}_i(x_{ij})} & \text{jika } j \text{ benefit} \\ \frac{\text{Min}_i(x_{ij})}{x_{ij}} & \text{jika } j \text{ cost} \end{cases} \quad (3)$$

Benefit apabila nilai X memberikan keuntungan bagi penilaian, dan cost apabila nilai X memberikan biaya (pengurangan nilai) bagi penilaian.

8. Hasil dari nilai ternormalisasi (r_{ij}) membentuk matriks ternormalisasi (R)

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{i1} & \dots & r_{ij} \end{bmatrix} \quad (4)$$

9. Hasil akhir nilai preferensi (V_i) diperoleh dari penjumlahan perkalian elemen bobot baris matriks ternormalisasi (R) dengan bobot (W) yang bersesuaian dengan elemen kolom matriks (W)

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (5)$$

Hasil terbesar dari perhitungan V_i mengindikasikan bahwa alternatif A_i merupakan alternatif terbaik [5]

Euclidean Length of a vector merupakan proses normalisasi yang digunakan pada metode *Technique for Order Preference Bay Similarity do Ideal Solution* (TOPSIS). Perhitungan yang dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (6)$$

Metode Penelitian

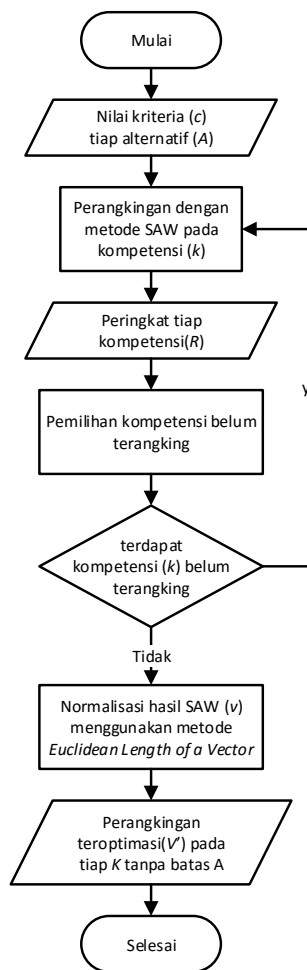
Penelitian yang dilakukan yaitu dengan melakukan perangkingan untuk semua kompetensi yang ada menggunakan metode SAW, dilanjutkan dengan melakukan optimasi seluruh hasil perangkingan SAW menggunakan *Euclidean Length of a vector* yang merupakan metode normalisasi pada TOPSIS. Pengambilan hasil akhir dengan proses seleksi berdasarkan ranking sesuai nilai normalisasi tiap alternatif.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan TOPSIS dari proses awal hingga proses akhir tanpa ada metode lain. Optimasi yang dilakukan dalam penelitian ini melalui dua tahapan utama, tahapan pertama yaitu melakukan normalisasi pada hasil perangkingan SAW. Normalisasi yang digunakan merujuk pada metode TOPSIS yaitu dengan menggunakan *Euclidean Length of a vector*. Sehingga diharapkan nilai hasil perangkingan akan setara antara kompetensi satu dengan kompetensi lainnya dan layak untuk dilakukan komparasi. Setelah dilakukan normalisasi maka akan didapatkan daftar peringkat yang sama dengan nilai baru yang telah ternormalisasi untuk tiap-tiap alternatif. Peringkat tersebut akan dialokasikan ke tiap-tiap kompetensi sesuai dengan peringkat masing-masing alternatif. Namun demikian proses tersebut sebatas memindahkan alternatif menuju kompetensi tertentu sesuai dengan nilai ternormalisasi tanpa adanya pembatasan jumlah alternatif yang dibutuhkan tiap kompetensinya. Untuk itu perlu adanya langkah

lanjut untuk mendapatkan jumlah alternatif sesuai kebutuhan tiap kompetensi. Untuk itu perlu adanya tahapan kedua, yaitu dengan cara melakukan pembatasan jumlah alternatif pada tiap kompetensi sesuai kebutuhan masing-masing kompetensi. Pembatasan tersebut tetap memperhatikan sisa alternatif yang tidak terpakai untuk diperhitungkan lebih lanjut apakah masih layak untuk mengisi ke kompetensi lainnya.

(1) Proses normalisasi hasil SAW

Pada proses ini, hasil perangkingan SAW akan dilakukan penyeteraan data atau normalisasi menggunakan *Euclidean Length of a vector*.



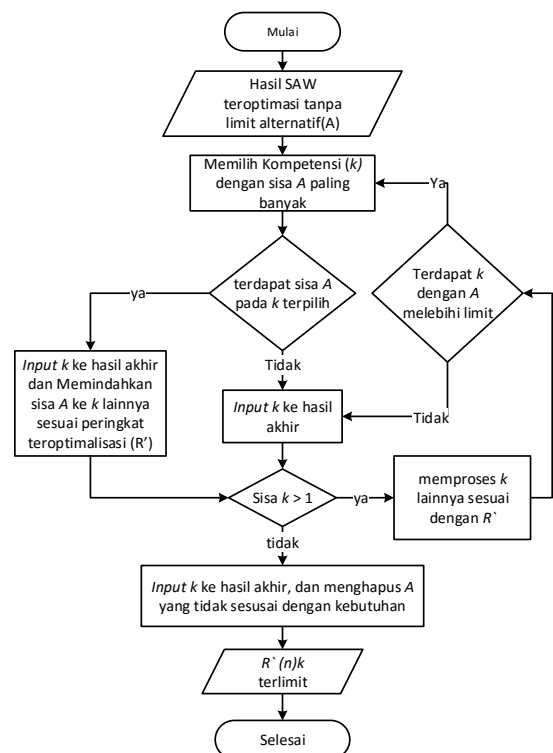
Gambar 1 Diagram alur normalisasi hasil SAW

Pada Gambar 1, tahapan awal yaitu melakukan perangkingan pada sejumlah kompetensi yang ada (k) dengan menggunakan metode SAW, proses ini akan berlangsung terus menerus sampai semua kompetensi selesai dikalkulasi. Setelah semua kompetensi melewati proses perangkingan dengan metode SAW, maka akan didapatkan nilai V untuk semua alternatif pada tiap kompetensi. Nilai V inilah yang akan menjadi patokan perangkingan metode SAW pada tiap kompetensi. Namun demikian, karena adanya pembobotan yang berbeda pada tiap kompetensi, maka nilai V tidak dapat digunakan sebagai nilai perbandingan tiap kompetensi yang ada, perlu adanya

proses normalisasi pada nilai V tersebut. Setelah semua nilai V ternormalisasi, perlu dilakukan cek ulang untuk membandingkan peringkat alternatif, apakah peringkat berubah atau tidak. Apabila ternyata terdapat perubahan peringkat ketika menggunakan V ternormalisasi, maka perlu dilakukan pencarian metode normalisasi lainnya. Langkah selanjutnya yaitu mencari nilai tertinggi tiap alternatif pada semua kompetensi. Dengan tahapan ini, semua kompetensi telah mendapatkan hasil alternatif yang cocok untuk ditempatkan di tiap-tiap kompetensi sesuai dengan hasil normalisasi nilai V.

(2) Proses limitasi jumlah alternatif

Proses limitasi adalah pembatasan jumlah alternatif yang dibutuhkan pada tiap kompetensi. Sebelum dilakukan limit, tiap kompetensi akan mendapatkan sejumlah alternatif yang layak untuk dialokasikan pada kompetensi tersebut tanpa ada pertimbangan jumlah kebutuhan tiap kompetensi. Dengan adanya proses limit, tiap kompetensi akan diberikan jumlah batas alternatif sesuai kebutuhan.



Gambar 2 Diagram alur limitasi jumlah alternatif

Diagram alur pada Gambar 2 menjelaskan proses melakukan pembatasan jumlah alternatif pada tiap kompetensi. Langkah awal pada proses ini yaitu dengan memilih kompetensi dengan sisa alternatif (A) paling banyak. Hal ini dilakukan untuk mengakomodir sisa alternatif tersebut bilamana masih layak untuk dipindah alihkan ke kompetensi lainnya. Selanjutnya melakukan pengecekan sisa alternatif yang tidak dibutuhkan pada kompetensi tersebut dan mengeliminasi pada daftar kompetensi terpilih untuk kemudian dilakukan kalkulasi perangkingan ulang di kompetensi lainnya.

Setelah semua alternatif sisa dihapus dari daftar peringkat kompetensi terpilih, langkah limitasi telah selesai dan proses akan berulang untuk kompetensi lainnya yang belum memiliki jumlah alternatif sesuai dengan kebutuhan.

Hasil dan Pembahasan

Implementasi yang dilakukan yaitu menggunakan data dari penelitian sebelumnya yaitu penilaian 3 kompetensi yaitu K1, K2 dan K3 yang mana masing-masing kompetensi memiliki kebutuhan jumlah alternatif yang berbeda. Masing-masing kompetensi memiliki 5 kriteria penilaian yang sama yaitu C1, C2, C3, C4, C5 namun dengan bobot nilai yang berbeda.

TABEL 1 BOBOT KRITERIA DAN KEBUTUHAN TIAP KOMPETENSI

Nama Kompetensi	Jumlah Kebutuhan	Bobot Nilai				
		C1	C2	C3	C4	C5
K1	2	2	5	2	4	3
K2	3	2	3	5	3	3
K3	2	5	1	1	4	5

Tabel 1 menjabarkan *rule* awal dari kebutuhan tiap kompetensi. Dari Tabel 1 tersebut tergambar jelas bobot penilaian yang berbeda walau kriteria penilaian yang digunakan sama.

Kebutuhan data selanjutnya yaitu data nilai tiap calon alternatif. Masing-masing calon alternatif akan memiliki 5 nilai untuk masing-masing kriteria. Data nilai tiap calon alternatif dapat diamati pada Tabel 2.

TABEL 2 BOBOT KRITERIA DAN KEBUTUHAN TIAP KOMPETENSI

Calon alternatif (x)	Nilai Kriteria (C)				
	C1	C2	C3	C4	C5
A	75	85	90	67	55
B	86	80	82	77	76
C	81	84	67	64	67
D	67	57	80	68	81
E	86	65	79	80	67
F	66	87	78	76	77
G	67	77	69	81	76
H	57	78	77	88	79
I	87	67	80	76	90
J	77	57	90	76	81
K	76	66	82	80	80
L	88	70	65	80	76
M	91	70	66	58	69
N	75	72	81	71	61
O	86	68	77	80	88

Setelah didapatkan nilai untuk tiap kriteria pada masing-masing calon alternatif, maka langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi nilai. Normalisasi yang dilakukan sesuai dengan yang terdapat pada metode SAW. Sehingga akan didapatkan data nilai ternormalisasi yang tergambarkan dengan lebih rinci pada Tabel 3 sebagai berikut.

TABEL 3 DAFTAR NILAI TERNORMALISASI

Normalisasi C					
nC1	nC2	nC3	nC4	nC5	
0,824176	0,977011	1	0,761364	0,611111	
0,945055	0,91954	0,911111	0,875	0,844444	
0,89011	0,965517	0,744444	0,727273	0,744444	
0,736264	0,655172	0,888889	0,772727	0,9	

Normalisasi C					
nC1	nC2	nC3	nC4	nC5	
0,945055	0,747126	0,877778	0,909091	0,744444	
0,725275	1	0,866667	0,863636	0,855556	
0,736264	0,885057	0,766667	0,920455	0,844444	
0,626374	0,896552	0,855556	1	0,877778	
0,956044	0,770115	0,888889	0,863636	1	
0,846154	0,655172	1	0,863636	0,9	
0,835165	0,758621	0,911111	0,909091	0,888889	
0,967033	0,804598	0,722222	0,909091	0,844444	
1	0,804598	0,733333	0,659091	0,766667	
0,824176	0,827586	0,9	0,806818	0,677778	
0,945055	0,781609	0,855556	0,909091	0,977778	

Daftar nilai ternormalisasi yang terdapat pada Tabel 3 tersebut yang kemudian akan digunakan sebagai patokan untuk semua kompetensi yang ada, dalam hal ini K1, K2, K3 yang nantinya akan dikalikan dengan bobot yang berbeda sesuai dengan kebutuhan tiap kompetensi.

Penelitian yang dilakukan menggunakan 3 buah kompetensi, ini artinya proses penghitungan perangkingan dilakukan sejumlah 3 kali proses. Sehingga akan didapatkan 3 buah peringkat untuk masing-masing calon alternatif, hasil perangkingan (V) yang didapat dengan metode SAW tiap kompetensi terdapat pada Tabel 4.

TABEL 4 HASIL PERANGKINGAN TIAP KOMPETENSI

Calon Alternatif	Nilai V (SAW)		
	K1	K2	K3
A	13,4122	13,69681	12,1989
B	14,34337	14,36262	14,27815
C	13,23912	12,81415	12,79182
D	12,31708	12,90067	12,81629
E	13,25099	13,48098	13,70876
F	14,20509	13,94146	13,22536
G	13,6463	13,25573	13,23708
H	14,07995	13,85351	13,27286
I	13,99499	14,25779	14,89377
J	13,12272	13,94873	13,84049
K	13,58869	13,89569	13,92636
L	13,5712	13,21958	14,22057
M	12,42602	12,35773	13,00763
N	12,84689	13,0849	12,46463
O	14,07896	14,17332	14,88769

Setelah didapatkan nilai V pada semua kriteria seperti pada Tabel 4 di atas, maka akan dilakukan perbandingan nilai V tersebut. Karena seluruh nilai V sudah melalui tahap pembobotan yang berbeda maka perlu dilakukan proses normalisasi untuk mendapatkan nilai V yang memiliki kesetaraan rentang nilai. Seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya, normalisasi hasil akhir ini dilakukan dengan metode *Euclidean Length of a vector* sehingga akan didapatkan hasil seperti pada Tabel 5 sebagai berikut.

TABEL 5 NORMALISASI HASIL PERANGKINGAN

Calon Alternatif	Nilai V Ternormalisasi		
	K1	K2	K3
A	0,25674251	0,26077279	0,23260036
B	0,27456739	0,27344909	0,27224604
C	0,25342937	0,24396778	0,24390582
D	0,2357792	0,24561514	0,2443723
E	0,2536567	0,25666369	0,26138942
F	0,27192053	0,26543064	0,25217226
G	0,26122381	0,25237509	0,25239572

Calon Alternatif	Nilai V Ternormalisasi		
	K1	K2	K3
H	0,26952496	0,26375626	0,25307797
I	0,26789853	0,27145318	0,28398428
J	0,25120112	0,26556915	0,26390101
K	0,26012094	0,26455919	0,26553846
L	0,25978614	0,25168676	0,27114819
M	0,23786463	0,23527817	0,24802062
N	0,24592112	0,24912263	0,23766705
O	0,26950607	0,26984506	0,28386841

Hasil normalisasi yang tersaji pada Tabel 5 perlu dilakukan cek ulang konsistensi perankingannya, yaitu dengan cara membandingkan ranking alternatif pada nilai V dengan V ternormalisasi. Berdasar Tabel 4 dan Tabel 5, konsistensi perankingan tidak mengalami perubahan. Perbandingan yang didapatkan tergambar pada Tabel 6.

TABEL 6 PERINGKAT BERDASAR V DAN V TERNORMALISASI

Calon Alternatif	Berdasar V			Berdasar Normal V		
	K1	K2	K3	K1	K2	K3
A	9	8	15	9	8	15
B	1	1	3	1	1	3
C	11	14	13	11	14	13
D	15	13	12	15	13	12
E	10	9	7	10	9	7
F	2	5	10	2	5	10
G	6	10	9	6	10	9
H	3	7	8	3	7	8
I	5	2	1	5	2	1
J	12	4	6	12	4	6
K	7	6	5	7	6	5
L	8	11	4	8	11	4
M	14	15	11	14	15	11
N	13	12	14	13	12	14
O	4	3	2	4	3	2

Dengan adanya konsistensi peringkat yang diambil berdasar V dan V ternormalisasi, maka dapat dilanjutkan menuju ke proses selanjutnya yaitu memasukkan calon alternatif menuju kompetensi yang sesuai. Proses tersebut akan menghasilkan perankingan terseleksi namun masih tanpa batas kebutuhan pada masing-masing kompetensi seperti pada Tabel 7 berikut.

TABEL 7 HASIL PERANGKINGAN TANPA BATAS KEBUTUHAN

Rank	K1		K2		K3	
	Alt	Nilai	Alt	Nilai	Alt	Nilai
1	B	0,274567	J	0,265569	I	0,283984
2	F	0,271921	A	0,260773	O	0,283868
3	H	0,269525	N	0,249123	L	0,271148
4	G	0,261224	D	0,245615	K	0,265538
5	C	0,253429			E	0,261389
6					M	0,248021

Pada Tabel 7 telah didapatkan hasil perankingan untuk ketiga kriteria sekaligus namun masih belum terdapat batasan jumlah alternatif yang dibutuhkan tiap kompetensi. Untuk itu perlu dilakukan proses limitasi hasil perankingan agar didapatkan jumlah alternatif sesuai dengan kebutuhan tiap kompetensi seperti yang terdapat pada Tabel 1, yaitu K1 dengan 2 alternatif, K2 dengan 3 alternatif, dan K3 dengan 2 alternatif. Hasil dari pembatasan jumlah alternatif didapatkan hasil sesuai Tabel 8 sebagai berikut.

TABEL 8 HASIL PERANGKINGAN DENGAN LIMIT TIAP K

Rank	K1		K2		K3	
	Alt	Nilai	Alt	Nilai	Alt	Nilai
1	B	0,274567	J	0,265569	I	0,283984
2	F	0,271921	H	0,263756	O	0,283868
3			K	0,264559		

Hasil akhir perankingan untuk banyak kompetensi sekaligus dengan pembatasan jumlah alternatif pada tiap kompetensi telah selesai di kalkulasi pada Tabel 8 di atas. Di tahap ini proses telah selesai dan calon alternatif merupakan kandidat yang paling cocok untuk mengisi posisi pada kompetensi yang berkaitan.

Kesimpulan dan Saran

Metode SAW merupakan sebuah metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan daftar peringkat untuk sebuah kompetensi. Optimasi yang dilakukan berhasil menambahkan fitur pada hasil perankingan SAW sehingga dapat dipergunakan untuk melakukan perankingan banyak peringkat sekaligus namun dengan kriteria penilaian yang sama untuk semua kompetensi dengan pembeda yaitu bobot dari masing kriteria berbeda antara kompetensi satu dengan lainnya.

Perankingan banyak peringkat tersebut menggunakan nilai hasil perhitungan SAW yang dinormalisasi menggunakan metode *Euclidean Length of a vector* yang bertujuan untuk menyetarakan jarak nilai antar kompetensi. Metode normalisasi tersebut terbilang valid karena tidak mengubah posisi perankingan awal.

Tak hanya melakukan perankingan banyak peringkat sekaligus, optimasi di sini juga mampu melakukan eliminasi pada calon kandidat yang tidak dibutuhkan, yang kemudian melakukan kalkulasi ulang dan dilakukan perankingan ulang di kompetensi lain yang memungkinkan. Sehingga potensi yang ada pada tiap alternatif dapat dimaksimalkan.

Pada penelitian sebelumnya, proses perankingan menggunakan metode TOPSIS dan didapatkan hasil kandidat yang sama dengan perankingan menggunakan metode SAW. Hanya saja terdapat perbedaan posisi peringkat kandidat. Untuk itu perlu ada penelitian lebih lanjut untuk menyelesaikan masalah perbedaan peringkat tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] Ikamah, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Hotel Menggunakan Metode TOPSIS," Jurnal Ilmiah DASI, Vol. 18. No. 4, hal 51-56, 2017.
- [2] Sari, F., Metode dalam Pengambilan Keputusan. Penerbit Deepublish, Yogyakarta, 2018.
- [3] Saputro, U.A., Kusrini, Fatta H.A., "Optimasi Hasil TOPSIS pada Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan Multi Peringkat," Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia, 2018.
- [4] Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A., Wardoyo, R., Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM). Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2006.

- [5] Kittur, J., "Optimal generation evaluation using SAW, WP, AHP and PROMETHEE multi - Criteria decision making techniques," Proceedings of IEEE International Conference on Technological Advancements in Power and Energi, pp. 304-309, 2015.
- [6] Zhang, J., Chang, W., & Zhou, S., An Improved MCDM Model with Cloud TOPSIS Method, 27th Chinese Control and Decision Conference, 873-878, 2015.
- [7] Prihandoko, Nugraha, A.R., Alida, M., Pratama, M.N.Y., Agushinta, D., "Analysis of Disease Data in Indonesia by Using SAW and AHP Decision Support Methods," 2018 Third International Conference on Informatics and Computing (ICIC), pp. 1-6, 2019.
- [8] Nugraha, F., Surarso, B., Noranita, B., "Sistem Pendukung Keputusan Evaluasi Pemilihan Pemenang Pengadaan Aset dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW)," Jurnal Sistem Informasi Bisnis, 2012.