Journal of Computation Science And Artificial Intelligence

Journal homepage:
https://jcsai.xjurnal.com/index.php/journal/index

e-ISSN: 3032-4653

Vol. 2, No. 2, 2025

METODE VLSEKRITERIJUMSKO KOMPROMISNO RANGIRANJE (VIKOR) UNTUK MENENTUKAN LOKASI GUDANG PADA PT. SINAR ALAM CAKRABUANA

Gina Putri Yustina[1], Kosim[2], Fajriatus Sholehah[3]

[1]Sekolah Tinggi Ilmu Komputer (STIKOM) Poltek Cirebon
Email: [1]ginaaputri18@gmail.com, [2]kosim@stikompoltekcirebon.ac.id, [3]fajriatussholihah98@gmail.com

Abstrak

Pemilihan lokasi gudang di PT. Sinar Alam Cakrabuana secara tradisional dilakukan secara manual, sehingga menimbulkan inefisiensi dan kesalahan perhitungan akibat banyaknya data yang diproses. Penelitian ini mengusulkan sistem pendukung keputusan menggunakan metode VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) untuk menentukan lokasi gudang yang optimal di antara beberapa alternatif. VIKOR merupakan teknik pengambilan keputusan multikriteria (MCDM) yang menyeimbangkan kriteria yang saling bertentangan dan tidak sepadan dengan menggabungkan faktor objektif dan subjektif. Kriteria yang dipertimbangkan meliputi jarak tempuh, waktu tempuh, kondisi jalan, dan keamanan, yang masing-masing diberi bobot tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode VIKOR efektif dalam memeringkat alternatif dan mengidentifikasi lokasi terbaik. Sistem ini mengurangi kesalahan manusia, meningkatkan akurasi keputusan, dan mempercepat proses pemilihan. Penelitian ini menunjukkan penerapan VIKOR dalam perencanaan lokasi gudang dalam konteks industri nyata.

Kata kunci: Lokasi Gudang, Sistem Pendukung Keputusan, Metode VIKOR, Multi-Criteria Decision Making (MCDM), Optimasi Lokasi**.**

VLSEKRITERIJUMSKO KOMPROMISNO RANGIRANJE (VIKOR) METHOD TO DETERMINE WAREHOUSE LOCATION AT PT. NATURAL LIGHT CAAKRABUANA

Abstract

*The selection of warehouse locations at PT. Sinar Alam Cakrabuana has traditionally been conducted manually, leading to inefficiencies and calculation errors due to the volume of data processed. This study proposes a decision support system using the VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) method to determine the optimal warehouse location among several alternatives. VIKOR is a multi-criteria decision-making (MCDM) technique that balances conflicting and non-commensurable criteria by combining objective and subjective factors. The criteria considered include travel distance, travel time, road conditions, and security, each assigned specific weights. The results show that the VIKOR method effectively ranks alternatives and identifies the best location. The system reduces human error, improves decision accuracy, and accelerates the selection process. This research demonstrates the applicability of VIKOR in warehouse location planning within a real industrial contex*t.

Kata kunci: *Warehouse Location, Decision Support System, VIKOR Method, Multi-Criteria Decision Making (MCDM), Facility Location Optimization***.**

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

1. PENDAHULUAN

Dalam suatu perusahaan besar, gudang memiliki arti yang sangat penting bagi aliran barang dalam perusahaan. Gudang adalah sebuah bangunan atau ruangan yang digunakan sebagai tempat penyimpanan semua bahan di pabrik. Fungsi dari pergudangan adalah sebagai tempat penyimpanan bahan mentah (raw material), barang setengah jadi (intermediate goods), dan produk jadi (final goods), selain itu juga menjadi tempat penampungan barang sementara seperti barang yang akan di kirimkan maupun barang yang baru datang. Dan gudang mempunyai peranan yang sangat penting untuk keberhasilan perusahaan dalam mencapai tujuan, karena pada bagian gudang ini terjadi proses pengolahan input menjadi output.

PT. Sinar Alam Cakrabuana Cirebon merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pekerjaan sipil dan konstruksi, selama ini proses pemilihan gudang penyimpanan PT. Sinar Alam Cakrabuana Cirebon masih menggunakan cara manual, yaitu dengan melakukan tinjauan langsung kelapangan dan membaca data yang masuk dari altermatif lokasi kemudian diputuskan. Banyaknya data yang akan diproses, sehingga sering terjadi kesalahan perhitungan dalam pelaksanaannya. Oleh karena itu, penulis berinisiatif untuk merancang suatu sistem yang dapat membantu pihak pabrik dalam menentukan lokasi gudang penyimpanan baru, dengan menggunakan sebuah metode yaitu metode *VIKOR (Vlsekriterijumsko Kompromisno Rangiranje)* yang diharapkan dapat membantu pihak PT. Sinar Alam Cakrabuana Cirebon dalam menciptakan lokasi gudang penyimpanan baru. Metode *VIKOR (Vlsekriterijumsko Kompromisno Rangiranje)* dipilih karena pada pemodelan ini bertujuan memberikan keputusan atau solusi yang terbaik dari beberapa alternatif. Bagaimana menentukan lokasi gudang terbaik dengan mempertimbangkan kriteria yang saling bertentangan secara sistematis dan objektif? Metode ini menggabungkan faktor objektif dan subjektif dalam pembuatan keputusan sehingga didapat keputusan yang terbaik, dalam hal ini alternatif yang dimaksud adalah alternatif yang optimal untuk pembangunan gudang penyimpanan berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan.

Tujuan penelitian ini membangun sistem pendukung keputusan berbasis metode VIKOR untuk menentukan lokasi gudang optimal di PT. Sinar Alam Cakrabuana. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis dengan menerapkan metode VIKOR dalam konteks logistik konstruksi, serta kontribusi metodologis dengan mengintegrasikan faktor kualitatif dan kuantitatif dalam satu kerangka keputusan.

2. LITERATURE REVIEW

Sistem adalah suatu sistem organisasi yang mempertemukan kebutuhan pengolahan transaksi, mendukung operasi yang bersifat manajerial dan kegiatan stategis dari suatu organisasi dan menyediakan pihak luar tentunya dengan laporan-laporan yang diperluakan

Menurut [1], sistem pendukung keputusan *(decision suport system)* adalah sistem berbasis komputer yang digunakan oleh manager atau sekelompok manager pada setiap level organisasi dalam membuat keputusan dalam menyelesaikan masalah semi terstruktur.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, gudang adalah sebuah ruangan yang digunakan untuk menyimpan berbagai macam barang. (Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)).

Metode merupakan kegiatan ilmiah yang berkaitan dengan suatu cara kerja (sistematis) untuk memahami suatu subjek atau objek penelitian, sebagai upaya untuk menemukan jawaban yang dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah dan termasuk keabsahannya [2]. Metode Vikor adalah salah satu metode pengambilan keputusan multi kriteria atau yang lebih dikenal dengan istilah *Multi Criteria Decision Making (MCDM)*.

Metode VIKOR (*VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje*), yang dalam bahasa Serbia berarti *"Optimasi Multikriteria dan Solusi Kompromi"*, merupakan salah satu metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) yang dikembangkan oleh Opricovic (1998) dan kemudian dikembangkan lebih lanjut bersama Tzeng (2004, 2007). Metode ini dirancang untuk menyelesaikan masalah pengambilan keputusan yang melibatkan kriteria yang saling bertentangan dan tidak sepadan (non-commensurable), serta menghasilkan solusi kompromi terbaik dari sejumlah alternatif.

VIKOR berbeda dengan metode MCDM lain seperti TOPSIS atau AHP, karena fokus utamanya adalah pada kompromi strategis antara *majority utility* (nilai S, yang mewakili jarak manfaat maksimum) dan *individual regret* (nilai R, yang mewakili penyesalan individu maksimum). Solusi kompromi dihasilkan dengan meminimalkan indeks Q, yang merupakan kombinasi linier dari S dan R, dengan bobot strategi (v) yang dapat disesuaikan (biasanya v = 0.5).

Keunggulan Metode VIKOR . Menurut Opricovic & Tzeng (2007), keunggulan utama VIKOR meliputi:

1. Kemampuan menghasilkan solusi kompromi yang stabil meskipun terdapat konflik antar kriteria.
2. Fleksibilitas dalam menangani kriteria kuantitatif dan kualitatif, sehingga cocok untuk konteks nyata yang melibatkan faktor objektif (seperti jarak, biaya) dan subjektif (seperti keamanan, kenyamanan).
3. Adanya mekanisme validasi solusi melalui dua kondisi: (a) *Acceptable advantage* dan (b) *Acceptable stability in decision making*, yang memastikan bahwa solusi terpilih bukan hanya terbaik secara peringkat, tetapi juga stabil dan dapat dipertahankan.

Aplikasi VIKOR dalam Pemilihan Lokasi Fasilitas . VIKOR telah banyak diterapkan dalam berbagai studi terkait pemilihan lokasi fasilitas, termasuk gudang, pusat distribusi, dan lokasi industri. Beberapa penelitian menunjukkan efektivitasnya:

1. Roghanian & Arasti (2011) menggunakan VIKOR dalam pemilihan lokasi gudang logistik di Iran, dengan kriteria seperti biaya, aksesibilitas, dan risiko lingkungan. Hasilnya menunjukkan bahwa VIKOR mampu memberikan rekomendasi yang lebih realistis dibandingkan metode konvensional.
2. Kumar et al. (2017) menerapkan VIKOR dalam konteks *supply chain* untuk memilih lokasi pusat distribusi di India, dengan mempertimbangkan faktor infrastruktur, tenaga kerja, dan kebijakan pemerintah. Studi ini menekankan pentingnya integrasi VIKOR dengan metode pembobotan seperti AHP untuk meningkatkan objektivitas.
3. Mardani et al. (2015) dalam meta-analisisnya terhadap 142 studi MCDM menyatakan bahwa VIKOR merupakan salah satu metode paling populer untuk masalah lokasi fasilitas, terutama ketika melibatkan stakeholder dengan preferensi yang berbeda.

Beberapa studi membandingkan VIKOR dengan metode lain:

1. TOPSIS juga menggunakan normalisasi dan jarak ke solusi ideal, tetapi tidak secara eksplisit mempertimbangkan *trade-off* strategis antara kelompok dan individu.
2. AHP lebih fokus pada pembobotan kriteria melalui *pairwise comparison*, tetapi tidak menghasilkan solusi kompromi secara langsung.
3. COPRAS (seperti disebut dalam referensi [7] naskah) mempertimbangkan utilitas dan biaya, tetapi kurang kuat dalam menangani konflik kriteria dibanding VIKOR.

Oleh karena itu, VIKOR lebih cocok untuk konteks pengambilan keputusan kolektif yang membutuhkan konsensus, seperti pemilihan lokasi gudang oleh tim manajemen.

Dalam konteks PT. Sinar Alam Cakrabuana, yang membutuhkan keputusan objektif dan sistematis dalam pemilihan lokasi gudang, VIKOR sangat relevan karena:

1. Kriteria seperti jarak tempuh, waktu tempuh, kondisi jalan, dan keamanan bersifat heterogen dan saling bertentangan (misalnya, jarak terdekat belum tentu paling aman).
2. Keputusan melibatkan faktor subjektif (keamanan) dan objektif (waktu, jarak), yang dapat diintegrasikan melalui normalisasi dan pembobotan.
3. Hasil VIKOR berupa peringkat dan solusi kompromi yang mudah diinterpretasikan oleh manajemen.

3. BAHAN DAN METODE

1. Vikor (Vlsekriterijumsko Kompromisno Rangiranje)

Metode Vikor adalah salah satu metode pengambilan keputusan multi kriteria atau yang lebih dikenal dengan istilah *Multi Criteria Decision Making (MCDM)*. MCDM digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dengan kriteria yang bertentangan dan tidak sepadan. Metode ini berfokus pada peringkat dan pemilihan dari sekumpulan alternatif kriteria yang saling bertentangan untuk dapat mengambil keputusan untuk mencapai keputusan akhir.

Langkah-langkah perhitungan dengan metode Vikor sebagai berikut:

1. Melakukan normalisasi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R_{ij} = \left(\frac{X_j^+ - X_{ij}}{X_j^+ - X_j^-}\right)$$

Dimana R_{ij} dan X_{ij} (i=1,2,3,…,m dan j=1,2,3,…,n) adalah elemen dari matriks pengambilan keputusan (alternatif i terhadap kriteria j) dan X_j^+ adalah elemen terbaik dari kriteria j, X_j^- adalah elemen terburuk dari kriteria j.

2. Menghitung nilai S dan R menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} W_j \left(\frac{X_j^+ - X_{ij}}{X_j^+ - X_j^-}\right) \quad \text{dan}$$

$$R_i = Maxj \left[w_j \left(\frac{X_j^+ - X_{ij}}{X_j^+ - X_j^-}\right)\right]$$

Dimana Wj adalah bobot dari tiap kriteria j

3. Menentukan nilai indeks

$$Q_i = \left[\frac{S_i - S^+}{S^+ - S^-}\right] v + \left[\frac{R_i - R^+}{R^+ - R^-}\right](1 - v)$$

4. Hasil perangkingan merupakan hasil pengurutan dari S, R dan Q. Solusi alternatif peringkat terbaik berdasarkan dengan nilai Q minimum menjadi peringkat terbaik dengan syarat:

   a. $Q(A^{(2)}) - Q(A^{(1)}) \geq DQ$
   Dimana $A^{(2)}$ = alternatif dengan urutan kedua pada perangkingan Q dan $A^{(1)}$ = alternatif dengan urutan terbaik pada perangkingan Q sedangkan DQ = 1 - (m-1), dimana m merupakan jumlah alernatif.

   b. Alternatif $A^{(1)}$ harus berada pada rangking terbaik pada S dan atau R.

4. HASIL DAN BAHASAN

1. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Penelitian ini menggunakan salah satu metode pengambilan keputusan multi kriteria atau yang lebih dikenal dengan istilah *Multi Criteria Decision Making (MCDM)*. MCDM digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dengan kriteria yang bertentangan dan tidak sepadan. Metode ini berfokus pada peringkat dan pemilihan dari sekumpulan alternatif kriteria yang saling bertentangan untuk dapat mengambil keputusan untuk mencapai keputusan akhir.

Berikut merupakan simulasi tahapan perhitungan metode *VIKOR*:

1. Menentukan Kriteria dan Bobot

Sebelum proses perhitungan dimulai, langkah awal yang dilakukan adalah menentukan kriteria, bobot, jenis dan *index vikor*.

Tabel 1 Menentukan Kriteria dan Bobot

		Bobot	Jenis
Kriteria	Jarak Tempuh	0.35	Benefit
	Waktu Tempuh	0.2	Benefit
	Kondisi Jalan	0.25	Benefit
	Keamanan	0.2	Benefit
	Index Vikor	0.5	

2. Menentukan Alternatif Kriteria

Langkah berikutnya yang dilakukan yaitu dengan menentukan nilai kriteria untuk masing-masing alternatif.

Tabel 2 Menentukan Alternatif Kriteria

Alternatif	Jarak Tempuh	Waktu Tempuh	Kondisi Jalan	Keamanan
1	Baik	Kurang	Sangat Baik	Baik
2	Cukup	Cukup	Baik	Kurang
3	Sangat Baik	Baik	Cukup	Sangat Baik
4	Baik	Baik	Baik	Cukup
5	Baik	Sangat Baik	Baik	Buruk

3. Menentukan Rating Kecocokan Alternatif

Langkah selanjutnya yakni dengan menentukan rating kecocokan untuk setiap alternatif yang telah ditentukan sebelumnya.

Tabel 3 Rating Kecocokan Alternatif

Alternatif	Jarak Tempuh	Waktu Tempuh	Kondisi Jalan	Keamanan
1	4	2	5	4
2	3	3	4	2
3	5	4	3	5
4	4	4	4	3
5	4	5	4	1

4. Normalisasi Matrix Keputusan

Langkah selanjutnya yaitu melakukan matrix keputusan dengan cara mencari nilai maksimal alternatif dari masing-masing kriteria dikurangi dengan nilai rating dan dibagi nilai maksimal alternatif dikurangi nilai minimum alternatif. Untuk perhitungan normalisasi matriks keputusan dapat dilihat dalam keterangan dibawah ini:

Alternatif ke-1:
Jarak Tempuh
(5-4) / (5-3) = 0.5
Waktu Tempuh
(5-2) / (5-2) = 1
Kondisi Jalan
(5-5) / (5-3) = 0
Keamanan
(5-4) / (5-1) = 0.25

Untuk hasil perhitungan lengkap seluruh alternatif dapat dilihat pada tabel normalisasi matriks keputusan dibawah ini:

Tabel 4 Normalisasi Matrix Keputusan

Alternatif	Jarak Tempuh	Waktu Tempuh	Kondisi Jalan	Keamanan
1	0.5	1	0	0.25
2	1	0.666666667	0.5	0.75
3	0	0.333333333	1	0
4	0.5	0.333333333	0.5	0.5
5	0.5	0	0.5	1

5. Menentukan Bobot Matrix Normalisasi

Langkah ini dilakukan dengan menkalikan hasil matrix sebelumnya dengan bobot masing-masing kriteria.
Alternatif ke-1:
Jarak Tempuh
0.5 * 0.35
Waktu Tempuh
1 * 0.2 = 0.2
Kondisi Jalan
0 * 0.25 = 0
Keamanan
0.25 * 0.2 = 0.05

Untuk hasil perhitungan lengkap seluruh alternatif dapat dilihat pada tabel bobot matriks normalisasi dibawah ini:

Tabel 5 Bobot Matriks Normalisasi

Alternatif	Jarak Tempuh	Waktu Tempuh	Kondisi Jalan	Keamanan
1	0.175	0.2	0	0.05
2	0.35	0.133333333	0.125	0.15
3	0	0.066666667	0.25	0
4	0.175	0.066666667	0.125	0.1
5	0.175	0	0.125	0.2

6. Mencari Nilai Rata-rata Alternatif

Pada tahapan ini dilakukan pencarian nilai rata-rata dan maksimal dari masing-masing alternatif seperti tabel dibawah ini:

Tabel 6 Mencari Nilai Rata-rata Alternatif

Alternatif	Jarak Tempuh	Waktu Tempuh	Kondisi Jalan	Keamanan	Nilai (S)	Nilai (R)
1	0.175	0.2	0	0.05	0.425	0.2
2	0.35	0.133333333	0.125	0.15	0.758333333	0.35
3	0	0.066666667	0.25	0	0.316666667	0.25
4	0.175	0.066666667	0.125	0.1	0.466666667	0.175
5	0.175	0	0.125	0.2	0.5	0.2
MIN					0.316666667	0.175
MAX					0.758333333	0.35

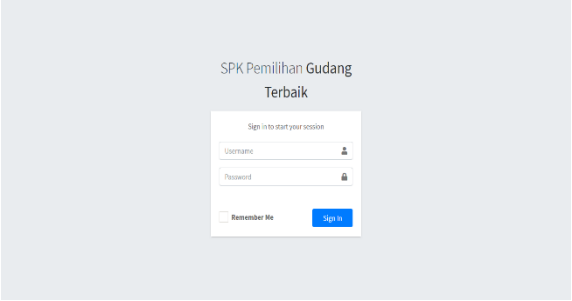
7. Menghitung Nilai Index

Langkah terkhir yaitu dengan menghitung nilai index dari tabel 4.6 diatas seperti dibawah ini:
Alternatif ke-1
((0.425 – 0.758333333) / (0.316666667 - 0.758333333)) + ((0.2 – 0.35) / (0.175-0.35)) * (1-0.5) = 0.8059299
Alternatif ke-2
((0.758333333 – 0.758333333) / (0.316666667 - 0.758333333)) + ((0.35 – 0.35) / (0.175-0.35)) * (1-0.5) = 0
Alternatif ke-3
((0.31666667 – 0.758333333) / (0.316666667 - 0.758333333)) + ((0.25 – 0.35) / (0.175-0.35)) * (1-0.5) = 0.7857143
Alternatif ke-4
((0.46666667 – 0.758333333) / (0.316666667 - 0.758333333)) + ((0.175 – 0.35) / (0.175-0.35)) * (1-0.5) = 0.8301887
Alternatif ke-5
((0.5 – 0.758333333) / (0.316666667 - 0.758333333)) + ((0.2 – 0.35) / (0.175-0.35)) * (1-0.5) = 0.7210243

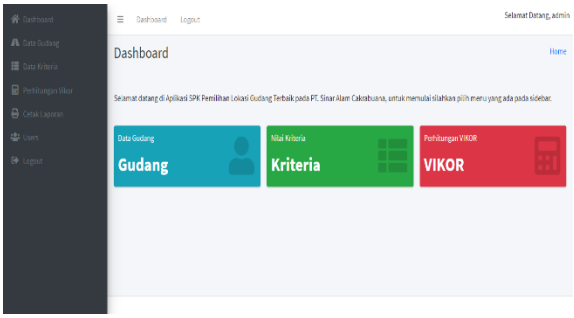
Tabel 7 Nilai Index

Alternatif	Nilai	Peringkat
1	0.805929919	2
2	0	5
3	0.785714286	3
4	0.830188679	1
5	0.721024259	4

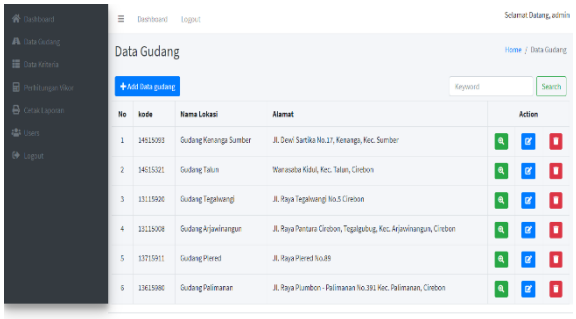
Adapun untuk tampilan aplikasi SPK pemilihan lokasi gudang PT. Sinar Alam Cakrabuana sebagai berikut :



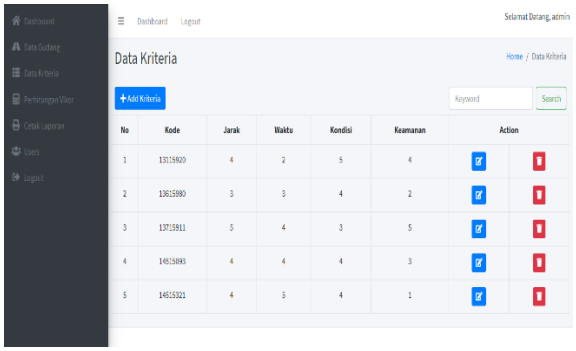
Gambar 1 Halaman Login



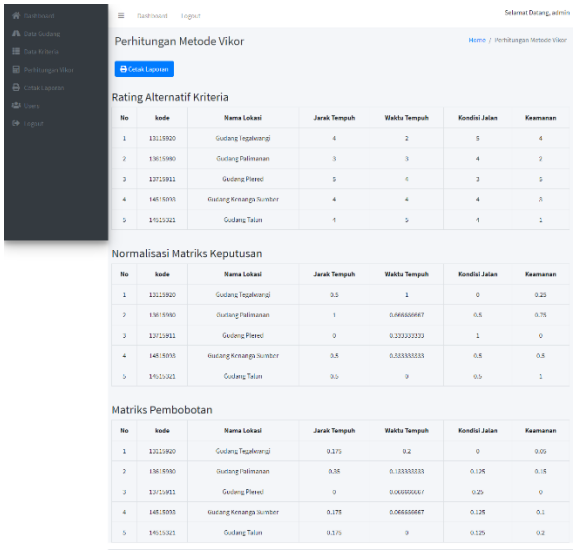
Gambar 2 Halaman Menu Utama



Gambar 3 Halaman Data Lokasi Gudang



Gambar 4 Halaman Nilai Kriteria



Gambar 5 Hasil Perhitungan

Alternatif 2 mendapatkan nilai Q terendah (Q = 0), menunjukkan bahwa lokasi ini merupakan solusi kompromi terbaik. Hal ini disebabkan oleh waktu tempuh tercepat dan kondisi jalan terbaik, meskipun jaraknya bukan yang terdekat.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan

1. Sistem yang dibangun dapat mempercepat proses penentuan lokasi gudang terbaik.
2. Sistem yang dibangun dapat mengurangi kesalahan dalam menentukan lokasi gudang terbaik.
3. Sistem yang dibangun dapat mempermudah tim penyeleksi dalam menentukan lokasi gudang terbaik.
4. Metode *VIKOR* dapat diterapkan untuk menentukan lokasi gudang terbaik. Jadi perancangan sistem pengambilan keputusan untuk menentukan lokasi gudang terbaik di PT. Sinar Alam Cakrabuana ini telah sesuai prosedur yang diharapkan.

Saran

1. Pengelolaan bilangan *fuzzy* dibuat jadi lebih dinamis.
2. Kriteria dibuat jadi lebih dinamis.
3. Data yang dimasukan kedalam program diharapkan menggunakan data yang benar.

Admin diharapkan mampu terus melakukan pemeliharaan sistem secara teratur.

6. UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada PT. SINAR ALAM CAAKRABUANA

7. DAFTAR PUSTAKA

[1] Yakub, Pengantar Sistem Informasi, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2018.

[2] I. K. P. S. Ni Putu Nanik Hendayanti, "SELEKSI PENERIMAAN BEASISWA STIKOM BALI DENGAN MENGGUNAKAN METODE VIKOR," *Statistika*, 2017.

[3] M. S. R. F. T. W. Arahman Harahap, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN TENAGA AHLI PADA DINAS KOMINFO KABUPATEN DELI SERDANG MENERAPKAN METODE VIKOR," *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*, 2018.

[4] M. S. N. Betrik J Hutapea, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN KEPALA CABANG TERBAIK BANK SUMUT DENGAN MENERAPKAN METODE VIKOR," *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*, 2018.

[5] A. R. Yudi Kristyawan, "Sistem Pendukung Keputusan Distribusi Rehabilitas Sosial Rumah Tidak Layak Huni pada Kab Sampang Menggunakan Metode Vikor," *INFORM*, 2017.

[6] I. K. P. S. Gede Suwardika, "Penerapan Metode VIKOR pada Pengambilan Keputusan Seleksi Calon Penerima Beasiswa Bidikmisi Universitas

Terbuka," *INTENSIF*, 2018.

[7] T. Y. M. Sihite, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kelompok Nelayan Terbaik Menerapkan Metode Copras," *Jurnal Majalah Ilmiah Informasi dan Teknologi Ilmiah (INTI)*, pp. 106-110, 2020.

[8] R. P. S. Y. K. Anita Desiani, "Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Karyawan Baru dengan Menggunakan Metode Analytic Network Process (ANP) (Sudi Kasus di PT Batavia Prosperindo Finance Palembang)," *Annual Research Seminar*, 2018.

[9] Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2007). **Extended VIKOR method in comparison with outranking methods**. *European Journal of Operational Research*, 178(2), 514–529. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.01.020

[10] Roghanian, E., & Arasti, M. R. (2011). **An application of multi-criteria decision-making model in location selection for warehouses**. *International Journal of Business and Social Science*, 2(13), 174–180.

[11] Kumar, A., Jain, V., & Singh, A. R. (2017). **A comprehensive environment friendly approach for supplier selection**. *Omega*, 42(1), 109–123.

[12] Mardani, A., Jusoh, A., & Zavadskas, E. K. (2015). **Fuzzy multiple criteria decision-making techniques and applications – Two decades review from 1994 to 2014**. *Expert Systems with Applications*, 42(8), 4126–4148.