

2. LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Studi

2.1.1. Penerapan Metode TOPSIS dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bahan Baku Terbaik untuk Pembuatan Spring Bed (Ramadhoni et al., 2023)

Dalam penelitian karya Ramadhoni et.al, beberapa hal penting yang dapat dicermati adalah sebagai berikut:

- Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem pemilihan bahan baku untuk pembuatan *springbed*.
- Kriteria yang digunakan adalah pegas, daya topang, bahan pelapis, dan jenis kayu.
- Kelebihan dari penelitian ini adalah sudah menggunakan *platform web* lengkap dengan tampilan yang mudah digunakan.
- Kekurangan dari penelitian ini adalah masih sepenuhnya menggunakan input manual dari pengguna, sehingga tidak akan efektif untuk penggunaan berulang (misal perusahaan membutuhkan rekomendasi untuk beberapa produk berbeda).

2.1.2. Analisis Metode AHP dan PROMETHEE pada Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kompetensi Soft Skills Karyawan (Umar et al., 2018)

Beberapa hal yang dapat diperhatikan dari penelitian karya Umar et al., ini adalah sebagai berikut:

- Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem yang dapat menilai dan mengurutkan karyawan berdasarkan kompetensi *softskillnya*.
- Kriteria yang digunakan adalah komunikasi, kejujuran, kerjasama, dan interpersonal.
- Penelitian ini menggunakan metode AHP untuk menghitung bobot dari tiap kriteria dan metode PROMETHEE untuk memberikan peringkat kepada karyawan berdasarkan *softskill* mereka.
- Penelitian ini menghasilkan ranking dengan akurasi 93%.
- Kelebihan dari penelitian ini adalah konsistensi dari masing-masing bobot kriteria dianalisa terlebih dahulu sebelum digunakan pada metode PROMETHEE, sehingga perhitungan menjadi lebih akurat.
- Kekurangan dari penelitian ini adalah rumus hanya diimplementasikan pada Excel, sehingga tidak efektif digunakan untuk data berjumlah besar, apalagi data yang

jumlahnya terus bertambah. Perhitungan juga masih bergantung sepenuhnya pada input user, belum mempertimbangkan data historis.

2.1.3. Implementasi Metode ANP-PROMETHEE Untuk Pemilihan *Supplier* (Wicaksono et al., 2020)

Berikut adalah temuan-temuan dari penelitian karya Wicaksono et al.:

- Penelitian ini bertujuan untuk membantu pemilihan *supplier* plat *feed* 6 dengan ketebalan 14mm dengan meminimalisir biaya.
- 4 kriteria yang digunakan adalah harga, pengiriman, kualitas, infrastruktur, dengan 14 sub-kriteria yaitu harga penawaran, diskon, ketepatan pengiriman, biaya kirim, *packing*, kelengkapan dokumen, kualitas produk, kemampuan memberi kualitas yang konsisten, jarak antar lokasi, peranan manajemen, teknologi informasi, sistem penghargaan, struktur organisasi, dan kerjasama.
- Penelitian ini menggunakan metode ANP untuk mengevaluasi konsistensi bobot tiap kriteria dan metode PROMETHEE untuk memberikan *ranking* kepada alternatif pilihan yang ada.
- Kelebihan dari penelitian ini adalah mempertimbangkan hubungan antar kriteria (*feedback network*) dalam menghitung konsistensi bobot kriteria. Penelitian ini juga menguji dampak perubahan nilai pada ANP dan PROMETHEE terhadap hasil *ranking* yang dihasilkan sistem.
- Kekurangan dari penelitian ini adalah belum menggunakan tampilan *user interface* sehingga akan sulit dirasakan manfaatnya oleh orang awam.

2.1.4. Penentuan Guru Berprestasi Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Visekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) (Hanif et al., 2022)

Temuan penting dalam penelitian karya Hanif adalah sebagai berikut:

- Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem yang dapat mempermudah dan mempercepat penilaian guru berprestasi.
- Metode AHP dipilih karena dapat menghitung bobot untuk tiap kriteria, sementara metode VIKOR dipilih karena unggul dalam perankingan serta memiliki pengujian untuk ranking yang telah dibuat.

- Keunggulan dari penelitian ini adalah menggunakan metode yang dapat melengkapi kekurangan satu sama lain.
- Kekurangan dari penelitian ini adalah tidak membandingkan hasil perhitungan sistem dan hasil perhitungan manusia untuk pengujiannya.

2.2. Tinjauan Pustaka

2.2.1. Tender

Berdasarkan Perpres No. 12 tahun 2021 (Indonesia) tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah, tender adalah metode pemilihan untuk mendapatkan penyedia barang/pekerjaan konstruksi/jasa lainnya. Proses pemilihan melalui tender memiliki tahapan sebagai berikut:

1. Pelaksanaan Kualifikasi
2. Pengumuman dan/atau Undangan
3. Pendaftaran dan Pengambilan Dokumen Pemilihan
4. Pemberian Penjelasan
5. Penyampaian Dokumen Penawaran
6. Evaluasi Dokumen Penawaran
7. Penetapan dan Pengumuman Pemenang
8. Sanggah

2.2.2. Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah algoritma *multi criterion decision making* yang bekerja dengan memecah masalah kompleks ke dalam struktur bertingkat. AHP juga dapat memfasilitasi pembobotan pada kriteria berdasarkan input *user*. (Trivedi et al., 2023)

Ada beberapa tahapan dari metode AHP, yaitu (Habsari et al, 2022):

1. Menyusun hirarki dengan tujuan akhir pada tingkat teratas dan dilanjutkan dengan kriteria dan subkriteria untuk pemilihan alternatif
2. Menetapkan kriteria prioritas dengan cara menyusun matriks perbandingan berpasangan berisi skala kepentingan 1 kriteria dibanding kriteria lainnya. Skala perbandingan akan mengikuti *Saaty's Nine-Point Importance Scale*.

Tabel 2.1

Saaty's Nine-Point Importance Scale

Importance score	Definition
1	Equal importance
2	Weak importance
3	Moderate importance
4	Moderate and above importance
5	Strong importance
6	Strong and above importance
7	Very strong importance
8	Very, very strong importance
9	Extreme importance

Sumber: (Trivedi et al., 2023; Saaty, 1994)

3. Hitung *Eigen Vector* (bobot tiap kriteria) dengan cara sebagai berikut:
 - a. Menjumlahkan nilai dari setiap kolom matriks
 - b. Menormalisasi setiap nilai dari elemen matriks dengan total nilai per kolom
 - c. Menghitung rata-rata nilai per baris data
4. Menghitung nilai konsistensi indeks
 - a. Mengalikan matriks perbandingan berpasangan dengan nilai prioritas kriteria (*Eigen Vector*)
 - b. Mencari *Eigen Vector* dan merata-rata tiap baris
 - c. Mengalikan hasil penjumlahan baris dengan jumlah kriteria yang ada
 - d. Mencari lamda maksimum dengan rumus berikut:

$$\lambda_{max} = \frac{\sum \lambda}{n} \quad (2.1)$$

- e. Menjumlahkan semua lamda dari semua kriteria
- f. Menghitung indeks konsistensi (CI) dengan rumus:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2.2)$$

Dimana:

- CI = Indeks Konsistensi
- λ_{max} = Lamda maksimum
- n = Jumlah kriteria

- g. Mengukur rasio konsistensi (CR):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.3)$$

Dimana:

- CR = Rasio Konsistensi

- CI = Indeks Konsistensi
- RI = Indeks Rasio

Nilai RI ditentukan berdasarkan jumlah kriteria (N) yang ada dengan mengacu pada tabel berikut:

Tabel 2.2

Nilai Indeks Rasio berdasarkan Jumlah Kriteria

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Sumber: (Umar et al., 2018)

Kriteria akan dianggap konsisten jika nilai CR \leq 0,1. Jika lebih dari itu, maka kriteria akan dianggap tidak konsisten sehingga pembobotan kriteria perlu diulang kembali.

2.2.3. PROMETHEE

Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) merupakan salah satu metode *multi criteria decision making* yang berfungsi untuk membuat urutan prioritas dari alternatif yang ada berdasarkan beberapa kriteria (Nasution, 2019). Metode PROMETHEE memiliki keunikan dibanding metode lainnya, yaitu dapat mempertimbangkan data kualitatif dan kuantitatif secara bersamaan menggunakan bobot yang telah diberikan. Perhitungan dengan bobot ini nantinya akan menghasilkan *ranking leaving flow*, *entering flow*, dan *net flow*. PROMETHEE memiliki 6 fungsi preferensi kriteria, yaitu:

1. Kriteria Biasa
2. Kriteria Quasi
3. Kriteria dengan preferensi linier
4. Kriteria Level
5. Kriteria dengan preferensi linier dan area yang tidak berbeda
6. Kriteria Gaussian

Langkah-langkah perhitungan menggunakan metode PROMETHEE adalah sebagai berikut (Boatema et al., 2018):

1. Menentukan alternatif dan kriteria
2. Penentuan deviasi berdasarkan perbandingan berpasangan
3. Menentukan fungsi preferensi yang akan digunakan
4. Menghitung indeks preferensi global

$$\pi(A_k, A_i) = \sum_{i=1}^n w_i p_i(A_k, A_i) \quad \text{for } k, l = 1, \dots, m \quad (2.4)$$

Dimana:

- $\pi(A_k, A_i)$ = Indeks preferensi global alternatif k terhadap alternatif i
- W_i = Bobot dari tiap kriteria
- $p_i(A_k, A_i)$ = Nilai preferensi terhadap alternatif k dibanding alternatif i pada kriteria ke-i
- n = Total jumlah kriteria

5. Menghitung nilai *leaving flow* dan *entering flow*

a. *Leaving Flow*

Leaving flow adalah jumlah indeks preferensi yang memiliki arah menjauh dari suatu alternatif. Rumus *leaving flow* adalah sebagai berikut:

$$\phi^+(A_j) = \frac{1}{m-1} \sum_{k=1}^m \pi(A_j, A_k), \quad j = 1, \dots, m \quad (2.5)$$

Dimana:

- m = Jumlah alternatif
- $\sum_{k=1}^m \pi(A_j, A_k)$ = Indeks preferensi global alternatif k terhadap alternatif i dari tabel preferensi yang ditotal secara horizontal

b. *Entering Flow*

Entering flow adalah jumlah indeks preferensi yang memiliki arah mendekati suatu alternatif. Rumus *entering flow* adalah sebagai berikut:

$$\phi^-(A_j) = \frac{1}{m-1} \sum_{k=1}^m \pi(A_k, A_j), \quad j = 1, \dots, m \quad (2.6)$$

Dimana:

- m = Jumlah alternatif
- $\sum_{k=1}^m \pi(A_k, A_j)$ = Indeks preferensi global alternatif i terhadap alternatif k dari tabel preferensi yang ditotal secara vertikal

6. Menghitung *net flow*

Net flow adalah hasil dari pengurangan *leaving flow* dari *entering flow*. Jumlah *net flow* nantinya akan menjadi acuan untuk pengurutan alternatif.

$$\phi(A_k) = \phi^+(A_k) - \phi^-(A_k) \quad (2.7)$$

7. Menentukan *ranking* tiap alternatif berdasarkan nilai *net flow* terbesar menuju terkecil

2.2.4. VIKOR

Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) adalah salah satu metode *Multi Criterion Decision Making* yang bertujuan untuk mengusulkan solusi kompromi terhadap kriteria yang saling bertentangan.

Langkah perhitungan metode VIKOR adalah sebagai berikut (Dsn, 2019):

1. Membuat matriks keputusan (F)
Matriks keputusan disusun dari kombinasi antara kriteria ke-i dan alternatif ke-j.
2. Mencari solusi ideal positif dan negatif untuk tiap kriteria
Jika kriteria merupakan manfaat, maka solusi ideal positif merupakan nilai **maksimum** dari kriteria tersebut dari semua alternatif yang ada, sementara solusi ideal negatif merupakan nilai **minimumnya**. Jika kriteria merupakan biaya, maka sebaliknya solusi ideal positif merupakan nilai **minimum** dari kriteria tersebut dari semua alternatif yang ada, sementara solusi ideal negatif merupakan nilai **maksimumnya**.
3. Menormalisasikan matriks keputusan dengan rumus:

$$N_{ij} = \frac{(f_j^+ - f_{ij})}{(f_j^+ - f_j^-)} \quad (2.8)$$

Dimana:

- N_{ij} = Nilai ternormalisasi
- f_{ij} = Nilai alternatif i pada kriteria j
- f_j^+ = Solusi ideal positif dari kriteria ke-j
- f_j^- = Solusi ideal negatif dari kriteria ke-j
- i = Alternatif
- j = Kriteria

4. Menentukan nilai terbobot dari matriks ternormalisasi

Dalam tahap ini nilai data yang telah dinormalisasi dikalikan dengan nilai bobot pada kriteria tersebut.

$$F_{ij} = W_j \times N_{ij} \quad (2.9)$$

Dimana:

- F_{ij} = Nilai terbobot dari matriks ternormalisasi
 - W_j = Bobot
 - N_{ij} = Nilai matriks
5. Menghitung nilai utility measure (S) dan regret measure (R)

$$S_i = \sum_{j=1}^n \left[w_j \frac{(f_j^+ - f_{ij})}{(f_j^+ - f_j^-)} \right] \quad (2.10)$$

S = Total dari nilai normalisasi terbobot untuk tiap alternatif

$$R_i = \max_j \left[w_j \frac{(f_j^+ - f_{ij})}{(f_j^+ - f_j^-)} \right] \quad (2.11)$$

R = Nilai maksimum dari nilai normalisasi terbobot untuk tiap alternatif

6. Menghitung indeks VIKOR (Qi)

Indeks VIKOR dihitung dengan rumus berikut:

$$Q_i = v \left[\frac{(S_i^+ - S^-)}{(S^+ - S^-)} \right] + (1 - v) \left[\frac{(R_i^+ - R^-)}{(R^+ - R^-)} \right] \quad (2.12)$$

Dimana:

- S^- = nilai minimum dari keseluruhan S
- S^+ = nilai maksimum dari keseluruhan S
- R^- = nilai minimum dari keseluruhan R
- R^+ = nilai maksimum dari keseluruhan R
- v = bobot *strategy of the maximum group utility* (biasanya berjumlah 0.5)

7. Menyusun ranking alternatif

Sifat dari nilai indeks VIKOR adalah semakin kecil semakin baik, sehingga dalam penyusunan ranking, alternatif akan diurutkan dari yang memiliki nilai VIKOR terendah hingga yang tertinggi.

2.2.5. Min-Max Normalization

Min-Max Normalization adalah salah satu metode normalisasi data yang sering digunakan dalam pengolahan data. Dalam metode ini, data numerik dari berbagai skala diubah ke dalam suatu skala baru. Pada umumnya, data akan diubah ke dalam skala 0-1, dimana data dengan nilai terkecil akan menjadi 0 dan data dengan nilai terbesar akan menjadi 1. Hal ini dilakukan agar data yang bervariasi dapat berada dalam rentang yang sama, sehingga menghasilkan perhitungan yang lebih objektif. Rumus dari *Min-Max Normalization* menurut (Patro & Sahu, 2015) adalah sebagai berikut:

$$A' = \frac{A - \text{min value of } A}{\text{max value of } A - \text{min value of } A} * (D - C) + C$$

Dimana:

- A' = Nilai ternormalisasi
- A = Nilai yang akan dinormalisasi
- D = Batas atas skala baru
- C = Batas bawah skala baru

2.2.6. PT XYZ

PT XYZ merupakan perusahaan swasta yang didirikan pada 2010. Sejak pertama didirikan, PT XYZ telah berfokus untuk melayani perusahaan BUMN, khususnya grup Pupuk Indonesia, dengan menjadi rekanan untuk pengadaan suku cadang mesin pabrik. PT XYZ sendiri merupakan perusahaan perantara yang tidak memproduksi barang. Dalam menyediakan barang kepada perusahaan klien, PT XYZ akan meminta penawaran harga kepada beberapa perusahaan *supplier*, memilih produk dari *supplier* yang terbaik, kemudian menawarkannya kepada perusahaan klien melalui sistem tender. Oleh karena itu, penentuan *supplier* menjadi salah satu keputusan yang krusial dalam alur proses bisnis PT XYZ.

2.2.7. *Black Box Testing*

Black Box Testing adalah suatu metode pengujian perangkat lunak yang berfokus untuk menguji kesesuaian *output* yang dihasilkan dengan perilaku sistem yang diharapkan (Lonetti & Marchetti, 2018). Metode ini dinamakan '*Black Box*' karena pengguna yang menguji aplikasi tidak diberikan informasi mengenai cara kerja sistem di balik layar. Keunggulan *Black Box Testing* adalah dapat mengidentifikasi kesalahan/kekurangan pada aplikasi dari sisi *user*, sehingga lebih mencerminkan penggunaan aplikasi yang sesungguhnya.

2.2.8. *Normalized Discounted Cumulative Gain (nDCG)*

Normalized Discounted Cumulative Gain (nDCG) adalah salah satu metode untuk menguji kualitas hasil pembuatan *ranking* oleh sistem rekomendasi. Metode ini merupakan metode penilaian *ranking* yang mempertimbangkan posisi suatu data dengan relevansi sesungguhnya dari data tersebut. Nilai nDCG diperoleh dari nilai DCG (*Discounted Cumulative Gain*) suatu *ranking* yang dinormalisasi dengan cara dibagi dengan nilai IDCG (*Ideal Discounted*

Cumulative Gain), yaitu nilai DCG dari ranking ideal (Alon, 2023). Nilai nDCG berada pada *range* 0-1, dimana nilai 1 menandakan kesesuaian mutlak dengan nilai ranking ideal.

Berikut adalah rumus dari nDCG (Shi et al., 2023):

$$NDCG@K = Z_K \sum_{i=1}^K \frac{2^{r_i} - 1}{\log_2(i + 1)} \quad (2.13)$$

Dimana:

- r_i = relevansi data pada posisi ke-i. Bernilai 1 jika data yang ada pada posisi ke-i sesuai dengan pada ranking ideal, dan sebaliknya bernilai 0 jika tidak.
- K = jumlah posisi yang ada pada ranking
- i = posisi data
- Z_K = nilai pembagi untuk normalisasi

Dalam rumus nDCG, posisi terletak pada penyebut, sementara relevansi terletak pada pembilang. Karena itu, adanya kesalahan peletakan ranking pada posisi awal akan membuat nilai nDCG lebih rendah dibanding jika kesalahan terjadi pada posisi akhir.

2.2.9. *System Usability Scale (SUS)*

System Usability Scale merupakan metode pengujian sistem yang dicetuskan oleh John Brooke pada 1996. SUS dirancang untuk menguji persepsi subyektif pengguna terhadap sistem dalam waktu singkat (Brooke, 2013). Dalam pengujian SUS, pengguna diminta untuk menjawab 10 pertanyaan dengan skala nilai 1 (Sangat Tidak Setuju) hingga 5 (Sangat Setuju). Pertanyaan-pertanyaan tersebut jika diterjemahkan ke dalam Bahasa Indonesia antara lain:

1. Saya rasa saya ingin sering menggunakan sistem ini.
2. Saya merasa sistem ini memiliki kerumitan yang sebenarnya tidak diperlukan.
3. Saya merasa sistem ini mudah digunakan.
4. Saya rasa saya akan membutuhkan bantuan dari orang teknis untuk bisa menggunakan sistem ini.
5. Menurut saya, fitur-fitur pada sistem ini terintegrasi dengan baik
6. Menurut saya, ada terlalu banyak inkonsistensi pada sistem ini.
7. Saya bisa membayangkan bahwa mayoritas orang akan dapat mempelajari penggunaan sistem ini dengan cepat.
8. Menurut saya, sistem ini sangat sulit untuk digunakan.

9. Saya merasa sangat percaya diri dalam menggunakan sistem ini.
10. Saya perlu belajar banyak hal terlebih dahulu sebelum bisa menyesuaikan diri dengan sistem ini.

Untuk mendapatkan nilai SUS, nilai dari tiap pertanyaan harus diubah ke dalam skala 0-4. Oleh karena itu, nilai dari pertanyaan bernomor ganjil perlu dikurangi dengan 1, sementara nilai dari pertanyaan bernomor genap perlu dikurangkan dari 5. Nilai-nilai tersebut akhirnya dikalikan dengan 2,5. Nilai SUS dapat diinterpretasikan mengikuti tabel berikut:

Tabel 2.3

Standar Interpretasi Nilai SUS

Grade Scale	Range	Percentile Range	Adjective Rating	Acceptance Level	Recommendation
A+	84.1–100	96–100	Best imaginable	Acceptable	Recommendable
A	80.8–84.0	90–95	Excellent		
A–	78.9–80.7	85–89			
B+	77.2–78.8	80–84	Good	Nearly acceptable	Neutral
B	74.1–77.1	70–79			
B–	72.6–74.0	65–69			
C+	71.1–72.5	60–64	Fair	Unrecommendable	
C	65.0–71.0	41–59			
C–	62.7–64.9	35–40			
D	51.7–62.6	15–34			

Sumber: Aljamaan et al., 2024, p. 10

Berdasarkan Tabel 2.3, dapat diketahui bahwa nilai SUS harus berada pada minimal tingkat C+ atau 71,1 untuk dapat diterima. Jika nilai berada di bawah itu, maka perlu dilakukan evaluasi ulang terhadap sistem agar sistem lebih nyaman digunakan oleh pengguna.