

PERTEMUAN 11

FUZZY MULTIPLE ATTRIBUTE DECISION MAKING

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi Sistem Penunjang Keputusan tentang Fuzzy Multiple Attribute Decision Making, mahasiswa mampu menjelaskan hal yang terkait dengan Fuzzy Multiple Attribute Decision Making sebagai pilihan alternatif dalam Sistem Penunjang Keputusan.

B. Uraian Materi

1. Pengambilan Keputusan Beberapa Atribut Fuzzy(FMADM)

Metode Fuzzy (MADM) adalah metode alternatif untuk menggabungkan informasi tambahan dalam matriks keputusan masalah bersama dengan informasi tambahan dari pengambilan keputusan untuk menentukan peringkat akhir, penyaringan, atau pemilihan dari antara alternatif (Chengiz Kahraman, 2008).

Asal mula sejarah pengambilan keputusan beberapa atribut (MADM) dapat ditelusuri kembali ke korespondensi antara Nicolas Bernoulli (1687-1759) dan Pierre Rémond de Montmort (1678–1719), membahas paradoks St. Petersburg. "Sebuah permainan dimainkan dengan membalik koin yang adil sampai muncul ekor, dan jumlah total membalik, n , menentukan hadiah, yang sama dengan $\$ 2 \times n$. Jika koin muncul kepala pertama kali, itu dibalik lagi, dan seterusnya. Masalahnya muncul: berapa banyak Anda bersedia membayar untuk game ini? (Bernstein 1996) ".

Menurut teori nilai yang diharapkan, dapat dihitung menjadi

$$EV = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{2}\right)^n \times 2^n \text{ dan nilai yang diharapkan akan terus berlanjut}$$

hingga tak terbatas. Namun demikian, hasil ini jelas bertentangan dengan perilaku manusia karena tidak ada yang mau membayar lebih dari \$1000 untuk game ini. Jawaban atas paradoks St.Petersburg tidak tersedia sampai dengan Daniel Bernoulli (1700-1782) menerbitkan penelitiannya yang berpengaruh pada teori utilitas pada tahun 1738. Kami mengabaikan diskusi konkret yang

menjelaskan paradoks St.Petersburg secara rinci, tetapi fokus pada kesimpulan bahwa manusia membuat keputusan bukan berdasarkan nilai yang diharapkan tetapi nilai utilitas. Implikasi dari nilai utilitas adalah manusia memilih alternatif yang memiliki nilai utilitas tertinggi ketika menghadapi permasalahan pengambilan keputusan beberapa atribut (MADM) (Gwo-Hshiung Tzeng, Jih-Jeng Huang 2011).

Perlu dicatat bahwa dalam memilih alternatif yang tepat, tidak selalu ada satu kriteria pemilihan yang pasti dan keputusan juga harus mempertimbangkan sejumlah besar kriteria termasuk faktor teknologi, ekonomi, etika, politik, hukum, dan sosial. Diperlukan metode atau alat matematika yang sederhana, sistematis, dan logis untuk memandu pengambil keputusan dalam mempertimbangkan sejumlah kriteria seleksi dan keterkaitannya. Tujuan dari setiap prosedur seleksi adalah untuk mengidentifikasi kriteria seleksi yang sesuai, dan mendapatkan kombinasi kriteria yang paling sesuai dengan persyaratan yang sebenarnya.

Dengan demikian, upaya perlu diperluas untuk mengidentifikasi kriteria yang mempengaruhi pemilihan alternatif untuk masalah tertentu, menggunakan metode yang sederhana dan logis, untuk menghilangkan alternatif yang tidak sesuai, dan untuk memilih alternatif yang paling tepat untuk memperkuat prosedur pemilihan yang ada.

Metode MADM, di sisi lain, umumnya terpisah, dengan sejumlah alternatif yang telah ditentukan sebelumnya. Metode ini membutuhkan perbandingan intra dan antar atribut, dan melibatkan pengorbanan eksplisit yang sesuai untuk masalah yang dipertimbangkan. Setiap matriks keputusan dalam metode MADM memiliki empat bagian utama, yaitu: (a) alternatif, (b) atribut, (c) bobot atau kepentingan relatif dari setiap atribut (yaitu, bobot), dan (d) ukuran kinerja alternatif terkait ke atribut. Berikut tabel keputusan metode MDAM.

Tabel 10. Metode Fuzzy MADM

Alternatives	Attributes					
	B_1	B_2	B_3	-	-	B_M
	(w_1)	(w_2)	(w_3)	$(-)$	$(-)$	(w_M)
A_1	m_{11}	m_{12}	m_{13}			m_{1M}
A_2	m_{21}	m_{22}	m_{23}			m_{2M}
A_3	m_{31}	m_{32}	m_{33}			m_{3M}
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
A_N	m_{N1}	m_{N2}	m_{N3}	-	-	m_{NM}

Dari sekian banyak metode MADM, enam metode yang umum digunakan: metode penjumlahan berbobot (SAW), metode produk berbobot (WP), proses hierarki analitik (AHP), AHP yang direvisi, teknik untuk preferensi pesanan berdasarkan kesamaan dengan ideal solusi (TOPSIS). Metode pemberian peringkat kompromi (VIKOR) (R Venkata rao 2007).

2. Simple Additive Weighting (SAW)

Menurut Fishburn bersama MacCrimmon dalam (Munthe, 2013) Ada beberapa langkah dalam rangka menggunakan metode *Simple Additive Weight* (SAW) adalah sebagai berikut:

- Menentukan beberapa kriteria acuan dalam pendukung
- keputusan yaitu C_i .
- Menentukan peringkat yang cocok di setiap alternatif pada setiap kriteria.
- Membuat matriks keputusan berdasarkan kriteria (C_i).
- Kemudian menormalkan matriks pada persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan maupun atribut biaya) lalu diperoleh matriks ternormalisasi R .
- Hasil akhir diperoleh dari proses seleksi yaitu penjumlahan dari perkalian matriks yang di normalkan " R " dengan vector bobot sehingga diperoleh nilai.

Penyelesaian proses pada metode SAW yaitu dengan menentukan lebih dari satu kriteria yang akan dijadikan acuan untuk pengambilan keputusan. Kriteria ini diinisialisasikan dengan sebuah bilangan (C_i). Ke-dua, yaitu menentukan peringkat yang cocok di setiap alternatif pada setiap kriteria. Ke-tiga, membuat sebuah matriks berdasar kriteria (C_i). Ke-empat, membuat sebuah matriks ternormalisasi (X) berdasar atribut keuntungan (*Benefit*) atau biaya (*Cost*). Langkah terakhir dari metode SAW adalah perangkingan, penjumlahan dari perkalian matriks yang sudah dinormalkan " R " dengan vector bobot sehingga didapat nilai terbesar yang nantinya akan digunakan sebagai alternative terbaik (A_i) sebagai hasil akhir.

Formula dalam melakukan normalisasi adalah:

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij}}{\max_i X_{ij}} & \rightarrow \text{Jika } j \text{ adalah attribute keuntungan (benefit)} \\ \frac{\min_i X_{ij}}{X_{ij}} & \rightarrow \text{Jika } j \text{ adalah attribute biaya (cost)} \end{cases}$$

Dimana:

$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j r_{ij}$$

R_{ij} = Rating kinerja yang telah dinormalkan

Max_{ij} = Nilai maksimum pada setiap baris dan kolom

Min_{ij} = Nilai minimum pada setiap baris dan kolom

X_{ij} = Baris dan kolom pada matriks

Dengan R_{ij} adalah rating kinerja yang telah dinormalkan dari alternatif A_i pada atribut $i = 1, 2, 3, \dots, m$, $J = 1, \dots, n$. (La Ode Muhlis, Samuel Everth Andrias Kurni, Hasbi 2020)

Dalam prakteknya, untuk masalah fuzzy multiattribute decision making (FMADM), jika kita mengasumsikan bahwa ada hubungan yang saling independen di antara kriteria, setelah menghitung bobot relatif dan skor kinerja setiap kriteria terhadap masing-masing alternatif, kita dapat menggunakan FSAW metode untuk mengumpulkan peringkat pilihan fuzzy untuk membuat

peringkat urutan alternatif. Prosedur SAW untuk FMADM dapat diringkas sebagai berikut:

Langkah 1: Hitung bobot

fuzzy relatif \tilde{w}_j dari atribut ke-j. Bobot relatif fuzzy dapat diperoleh / ditetapkan menggunakan nilai segitiga atau interval oleh penilaian subjektif / perseptif dari DM atau evaluator.

Langkah 2: Dapatkan matriks keputusan

fuzzy yang elemen-elemennya terdiri dari himpunan peringkat sebanding fuzzy $\tilde{r}_{ij}(x)$ untuk atribut ke-j sehubungan dengan alternatif ke-i. Jika matriks keputusan mentah terdiri dari \tilde{x}_{ij} untuk j atribut berkenaan dengan alternatif i, untuk mengurangi pengaruh dimensi, kita dapat memperluas metode Hwang dan Yoon (1981) untuk mentransfer data mentah fuzzy \tilde{x}_{ij} menjadi data non-dimensi $\tilde{r}_{ij}(x)$ sesuai dengan prinsip berikut

Kondisi 1

Kasus 1. Jika kriteria ditentukan oleh kriteria manfaat (\tilde{x}_j lebih besar, preferensi lebih besar), maka hasil yang diubah \tilde{x}_{ij} adalah $\tilde{r}_{ij}(x) = \tilde{x}_{ij} / \tilde{x}_j^*$, di mana $\tilde{x}_j^* = \max_i \tilde{x}_{ij}$, atau biarkan \tilde{x}_j^* menjadi level yang diinginkan / diinginkan dan itu jelas $0 \leq \tilde{r}_{ij}(x) \leq 1$.

Kasus 2. Jika kriteria ditentukan oleh kriteria biaya (semakin kecil \tilde{x}_j , semakin besar preferensi), maka hasil transformasi \tilde{x}_{ij} adalah $\tilde{r}_{ij}(x) = (1/\tilde{x}_{ij}) / (1/\tilde{x}_j^*) = \min_i \tilde{x}_{ij} / \tilde{x}_{ij}$ atau biarkan \tilde{x}_j^* menjadi level yang diinginkan / diinginkan.

Kondisi 2

Untuk kriteria manfaat (lebih besar lebih baik), $\tilde{r}_{ij}(x) = (\tilde{x}_{ij} - \tilde{x}_j^-) / (\tilde{x}_j^* - \tilde{x}_j^-)$, di mana $\tilde{x}_j^* = \max_i \tilde{x}_{ij}$ dan $\tilde{x}_j^- = \min_i \tilde{x}_{ij}$, atau biarkan \tilde{x}_j^* menjadi level yang diinginkan / diinginkan Dan biarkan \tilde{x}_j^- menjadi level terburuk. Untuk kriteria biaya (lebih kecil lebih baik), $\tilde{r}_{ij}(x) = (\tilde{x}_j^- - \tilde{x}_{ij}) / (\tilde{x}_j^- - \tilde{x}_j^*)$.

Langkah 3:

Sintesis nilai fuzzy $\tilde{u}_i(x)$ untuk alternatif ke-i, yang merupakan penjumlahan dari perkalian bobot fuzzy relatif \tilde{w}_j dan data pembandingan non

dimensi $\tilde{r}_{ij}(x)$ sebagai berikut: $\tilde{u}_i(x) = \sum_j \tilde{w}_j \tilde{r}_{ij}(x)$ dimana $\tilde{u}_i(x)$ adalah sintesis nilai unjuk kerja fuzzy dari alternatif ke-i, \tilde{w}_j menandakan bobot kriteria ke-j, dan $\tilde{r}_{ij}(x)$ adalah peringkat pilihan yang dinormalisasi dari alternatif ke-l sehubungan dengan kriteria ke-j untuk menjadi unit yang dapat diukur, dan diasumsikan bahwa kriteria tidak saling bergantung. Jika unit matriks kinerja adalah unit yang sama, kita tidak perlu mentransfer matriks data ke skala penilaian pilihan yang dinormalisasi, seperti untuk skala yang memuaskan untuk matriks kinerja berdasarkan linguistik (bahasa alami).

Langkah 4:

Pilih alternatif terbaik yang ditentukan oleh $\tilde{A}^* = \{\tilde{u}_i(x) \mid \max_i \tilde{u}_i(x)\}$ atau memperbaiki kesenjangan alternatif untuk membangun \tilde{A}^* alternatif baru yang terbaik mencapai level yang diinginkan / diinginkan. (Gwo-Hshiung Tzeng, Jih-Jeng Huang 2011).

3. Weighted Product (WP)

Produk Berbobot serupa dengan metode pembobotan aditif. Namun, daripada menghitung "sub-skor" dengan mengalikan skor kinerja dengan kepentingan atribut, skor kinerja dinaikkan ke kekuatan bobot kepentingan atribut. Kemudian, alih-alih menjumlahkan subskor yang dihasilkan di seluruh atribut untuk menghasilkan skor total untuk alternatif, produk skor menghasilkan skor alternatif akhir. Metode produk berbobot cenderung menghukum kinerja yang buruk pada satu atribut lebih banyak daripada metode pembobotan aditif (Cengiz Kahraman 2008).

Menurut (Bridgeman 1992) memperkenalkan model produk berbobot sebagai alternatif dari model penjumlahan tertimbang. Ini menerapkan produk, bukan penjumlahan. Dengan demikian, skema normalisasi tidak diperlukan dalam kasus unit yang bervariasi, karena atribut dihubungkan dengan perkalian. Rumusnya adalah:

$$A_{wPm} = \max \prod_{j=1}^n a_{ij}^{w_j}, \quad \text{for } i = 1, 2, 3, \dots, m.$$

A_{wPm} : skor produk berbobot dari alternatif terbaik.

a_{ij} : skor alternatif ke-i sehubungan dengan atribut ke-j.

w_j : bobot untuk atribut ke-j.

n: jumlah atribut, m: jumlah alternatif.

Model Produk Tertimbang Konvensional SCwPm . Kami mengembangkan SCwPm yang mirip dengan CwSm. Kami menetapkan bobot dalam produk tertimbang menjadi satu dan membagi produk tertimbang SCwPm dengan 100 demi kejelasan.

$$^{SCwPm} = (s_{vis}^{w_{vis}} * s_{sem}^{w_{sem}} * s_{str}^{w_{str}}) / 100$$

$$\text{with } w_{vis} = w_{sem} = w_{str} = 1$$

Kami tidak mengetahui adanya model produk berbobot yang digunakan untuk identifikasi kejadian penting. Jadi, kami membangun versi kami sendiri dari model konvensional, non-personalisasi SCwPm dan personalisasi SPwPm (Skilters, Jurgis, Newcombe, Nora, Uttal, David 2020)

$$^{SPwPm} = (s_{vis}^{w_{vis}} * s_{sem}^{w_{sem}} * s_{str}^{w_{str}}) / 100$$

$$w_{vis} = w_{sem} = w_{str} = f(s_{pInt}; s_{PspK})$$

Dimana rumusan $\sum W_j = 1$. W_j ialah pangkat yang memiliki nilai positif pada atribut keuntungan, dan yang memiliki nilai negatif untuk atribut biaya. dan Preferensi relatif dari setiap alternatif, seperti berikut:

$$V_i = \frac{\prod_{j=1}^n X_{ij}^{w_j}}{\prod_{j=1}^n (X_j^*)}$$

V: Preferensi alternative sebagai V

X: Nilai Kriteria

V: Bobot Kriteria / Sub kriteria i

I: Alternatif

j: Kriteria

n: Banyaknya kriteria

4. Tahapan Perhitungan FMADM dengan Metode Weighted Product

Tahapan dengan perhitungan metode FMADM pada jenis *Weighted Product* adalah sebagai berikut:

- a. Tentukan terlebih dahulu kriteria yang menjadi acuan didalam pengambilan keputusan.
- b. Menentukan peringkat kecocokan di dalam alternatif pada setiap kriteria yang akan digunakan.
- c. Menggolongkan nilai V untuk setiap alternatif dengan nilai a pada setiap alternative.
- d. Menemukan urutan alternatif yang paling baik untuk menjadi suatu keputusan. (Muhammad Noor Hasan Siregar 2017).

5. Analytic Hierarchy Process (AHP)

Saat memulai proyek konstruksi, sebagian besar pemilik harus melakukan outsourcing layanan teknik untuk mengembangkan rencana awal dan detail desain terkait. Dalam siklus hidup proyek, fase perencanaan dan desain (P & D) ini sangat penting untuk keberhasilan proyek. Namun, ketika memilih alternatif P&D yang sesuai, kebanyakan pemilik pekerjaan umum tidak memiliki kemampuan untuk mengevaluasi kandidat secara efektif. Pekerjaan P&D di bawah standar sering kali merupakan akibat langsung dari pemilihan tender yang tidak memadai.

Masalah utama dalam pemilihan tender layanan P&D untuk proyek pekerjaan umum ada tiga. Pertama, kriteria evaluasi umumnya banyak dan sering terstruktur dalam hierarki bertingkat. Kedua, proses evaluasi biasanya melibatkan penilaian subyektif, yang menghasilkan penggunaan data kualitatif

dan tidak tepat. Ketiga, masukan dari kelompok kepentingan terkait lainnya untuk proses pemilihan alternatif P&D harus dipertimbangkan.

Prosedur evaluasi yang efektif sangat penting dalam mempromosikan kualitas keputusan, dan untuk ini lembaga pemerintah harus mampu menanggapi masalah ini dan memasukkannya ke dalam proses keseluruhan.

Studi ini menguji proses pengambilan keputusan (DM) kelompok dan mengusulkan kerangka multikriteria untuk pemilihan alternatif P&D di gedung perkantoran publik.

Proses hirarki analisis fuzzy (FAHP) atau analisis pengambilan keputusan beberapa kriteria fuzzy (FMCDM) telah banyak digunakan untuk menangani masalah DM yang melibatkan evaluasi beberapa kriteria / pemilihan alternatif. Aplikasi praktis yang dilaporkan dalam literatur (Altrock dan Krause 1994; Baas dan Kwakernaak 1997; Chang dan Chen 1994; McIntyre dan Parfitt 1998; Tang et al. 1999; Teng dan Tzeng 1996b; Tsaur, Tzeng, dan Wang 1997; Tzeng et al. 1994, 2002) telah menunjukkan keunggulan dalam menangani kriteria yang tidak dapat diukur / kualitatif dan memperoleh hasil yang cukup dapat diandalkan.

Dengan demikian, studi ini menerapkan teori himpunan fuzzy (Zadeh 1965) ke masalah DM manajerial pemilihan alternatif, dengan maksud untuk membangun kerangka kerja yang menggabungkan FAHP dan FMCDM, untuk membantu badan pemerintah memilih kandidat P & D yang paling tepat untuk bangunan investasi publik.

Penelitian ini menggunakan FAHP untuk menentukan bobot kriteria dari penilaian subjektif masing-masing kelompok DM. Karena kriteria evaluasi untuk membangun P&D memiliki konotasi dan makna yang beragam, tidak ada alasan logis untuk memperlakukannya seolah-olah sama pentingnya. Lebih lanjut, FMCDM digunakan untuk mengevaluasi kinerja sintetis bangunan alternatif P & D, untuk menangani kriteria kualitatif yang sulit dijelaskan dalam nilai-nilai yang tajam, sehingga memperkuat kelengkapan dan kewajaran proses DM.

6. Perencanaan dan Evaluasi Alternatif Desain Model

Tujuan bagian ini adalah untuk menetapkan struktur hierarki untuk menangani masalah evaluasi dalam membangun alternatif P & D. Isinya

meliputi tiga sub bagian: membangun struktur hierarki kriteria evaluasi, menentukan bobot kriteria evaluasi, dan memperoleh nilai kinerja.

Pengambilan keputusan beberapa kriteria (MCDM) adalah metode analitik untuk mengevaluasi kelebihan dan kekurangan alternatif berdasarkan beberapa kriteria. Masalah MCDM secara luas dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori: pemrograman objektif ganda dan evaluasi kriteria ganda (Hwang dan Yoon 1981).

Karena studi ini berfokus terutama pada masalah evaluasi, kategori kedua ditekankan. Masalah evaluasi beberapa kriteria yang khas memeriksa sekumpulan alternatif yang layak dan mempertimbangkan lebih dari satu kriteria untuk menentukan peringkat prioritas untuk implementasi alternatif.

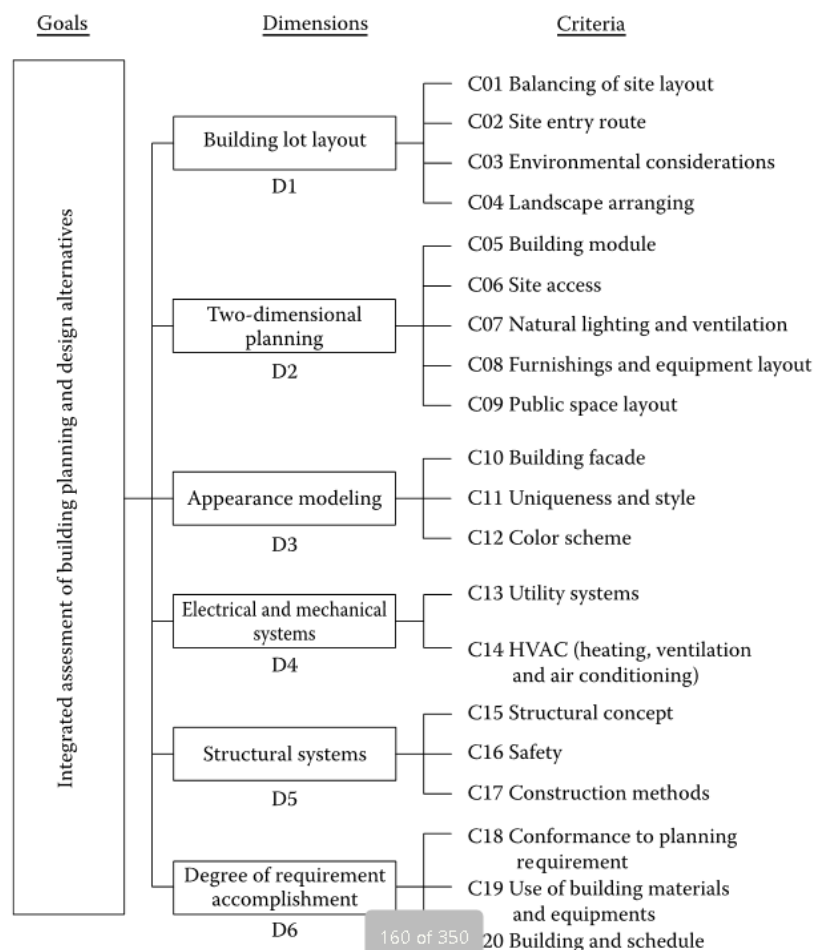
Keeney dan Raiffa (1976) menyarankan bahwa lima prinsip dipertimbangkan ketika kriteria sedang dirumuskan: kelengkapan (kriteria harus mencakup semua karakteristik penting dari masalah DM), kemampuan operasional (kriteria harus bermakna bagi pengambil keputusan dan tersedia untuk studi terbuka), dekomposisi (kriteria dapat diuraikan dari kedudukan yang lebih tinggi kedudukan yang lebih rendah untuk menyederhanakan proses evaluasi), non-redundansi (kriteria harus menghindari pengukuran duplikat dari kinerja yang sama), dan ukuran minimum (jumlah kriteria harus sekecil mungkin sehingga dapat mengurangi tenaga, waktu, dan biaya yang dibutuhkan).

Struktur hierarki yang diadopsi dalam studi ini untuk menangani masalah penilaian P&D untuk bangunan umum. Dimensi kunci dari kriteria evaluasi dan pemilihan alternatif P & D bangunan diperoleh melalui penyelidikan dan konsultasi yang komprehensif dengan beberapa ahli, termasuk satu profesor di bidang teknik arsitektur, satu profesor di bidang teknik sipil, satu arsitek berpengalaman, dan lima staf berpengalaman di bidang profesional. pengadaan layanan dari Biro Pekerjaan Umum Kota Taipei.

Orang-orang ini diminta untuk menilai akurasi, kecukupan, dan relevansi kriteria dan dimensi dan untuk memverifikasi "validitas isi" mereka dalam hal membangun penilaian P&D. Mensintesis tinjauan pustaka (Chen 1978; Wu, Chen, dan Zhao 1990), pendapat ahli dan staf pemerintah memberikan dasar untuk mengembangkan struktur hierarki yang digunakan dalam penelitian ini. Selanjutnya, lima prinsip pemilihan kriteria yang dikemukakan oleh Keeney dan Raiffa (1976) telah digunakan untuk merumuskan P & D kriteria evaluasi bangunan publik dalam penelitian ini.

Ada enam dimensi: tata letak lot bangunan, perencanaan dua dimensi, pemodelan tampilan, sistem kelistrikan dan mekanik, sistem struktur, dan tingkat pemenuhan kebutuhan. Dari ini, dua puluh kriteria evaluasi untuk struktur hierarki digunakan dalam penelitian ini.

Karena kriteria evaluasi P&D membangun memiliki arti dan arti yang beragam, kami tidak dapat berasumsi bahwa setiap kriteria evaluasi memiliki kepentingan yang sama.



Gambar 16. Kerangka Kinerja AHP

Ada banyak metode yang dapat digunakan untuk menentukan bobot (Hwang dan Yoon 1981), seperti metode vektor eigen, metode kuadrat terkecil tertimbang, metode entropi, proses hierarki analitik (AHP), dan teknik pemrograman linier untuk multidimensi. analisis preferensi (LINMAP). Pemilihan metode tergantung pada sifat masalah.

Untuk mengevaluasi pembangunan P & D merupakan masalah yang kompleks dan luas, membutuhkan metode yang paling inklusif dan fleksibel. AHP yang dikembangkan oleh Saaty (1977, 1980) adalah alat analisis

keputusan yang sangat berguna dalam menangani berbagai masalah keputusan kriteria dan telah berhasil diterapkan pada banyak area keputusan industri konstruksi (Al-Harbi 2001; Alkhalil 2002; Cheung et al. 2001, 2002; Fong dan Choi 2000; Hastak 1998; Mahdi et al. 2002; McIntyre dan Parfitt 1998).

Namun, dalam proses operasi penerapan metode AHP, akan lebih mudah dan lebih humanis bagi evaluator untuk menilai "kriteria A jauh lebih penting daripada. Pengambilan Keputusan Beberapa Atribut: Metode dan Aplikasi

kriteria B "daripada mempertimbangkan" pentingnya prinsip A dan prinsip B adalah tujuh banding satu.

"Oleh karena itu, Buckley (1985b) memperluas AHP Saaty ke kasus di mana evaluator diizinkan untuk menggunakan rasio fuzzy sebagai pengganti rasio yang tepat untuk menangani kesulitan orang yang menetapkan rasio yang tepat ketika membandingkan dua kriteria dan memperoleh bobot fuzzy kriteria dengan metode rata-rata geometris. Oleh karena itu, dalam studi ini, kami menggunakan metode Buckley, FAHP, untuk melakukan fuzzifikasi analisis hierarkis dengan memungkinkan bilangan fuzzy untuk perbandingan berpasangan, dan menemukan bobot fuzzy. (Gwo-Hshiung Tzeng, Jih-Jeng Huang 2011).

7. Technique for Others Reference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS).

Pengambilan keputusan multi atribut (MADM) berkaitan dengan solusi dari berbagai masalah pengambilan keputusan. Salah satu pendekatan MADM yang paling menonjol adalah metode TOPSIS, yang memberi peringkat alternatif menurut jaraknya dari ideal dan solusi negatif ideal. Namun, dalam masalah dunia nyata, para pengambil keputusan tidak sepenuhnya percaya diri untuk mengekspresikan preferensi mereka dalam nilai-nilai yang segar. Mengingat kemampuan para ahli untuk membuat keputusan di lingkungan fuzzy, fuzzy TOPSIS diusulkan sebagai perpanjangan dari TOPSIS konvensional.

Banyak peneliti telah mengusulkan ekstensi fuzzy dari metode TOPSIS untuk menyadari ambiguitas dan mencari solusi untuk menangani masalah evaluasi yang sesuai. Dalam pengambilan keputusan grup multi-kriteria fuzzy (FMCGDM), dua operator Up dan Lo yang memenuhi hubungan pemesanan

parsial dengan bilangan fuzzy menggunakan fuzzy TOPSIS yang diusulkan dalam Wang dan Lee. Saremi dkk., mengusulkan proses keputusan sistematis yang didasarkan pada TOPSIS dalam lingkungan fuzzy dan kriteria keputusan diperoleh dari teknik nominal group (NGT) untuk memilih konsultan eksternal. Pada sebagian besar makalah penelitian, fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) diterapkan untuk mendapatkan bobot kriteria dan fuzzy TOPSIS untuk menentukan bobot akhir dari alternatif. Agregasi kelompok ahli dilengkapi dengan perhitungan nilai rata-rata rating fuzzy.

a. Metode Fuzzy (TOPSIS).

Metode fuzzy TOPSIS merupakan alat yang tepat untuk menangani masalah kehidupan nyata yang memasukkan ambiguitas dalam pengambilan keputusan. Metode ini terutama dapat diterapkan untuk memecahkan masalah pengambilan keputusan kelompok di bawah lingkungan fuzzy. Langkah-langkah berikut menjelaskan secara singkat metode fuzzy TOPSIS.

Langkah 1:

Tetapkan nilai peringkat untuk variabel linguistik dengan memperhatikan kriteria dan buat bilangan fuzzy segitiga sebagai alternatif.

Langkah 2:

Agregasikan bobot fuzzy kriteria \tilde{w}_j dan nilai rating fuzzy alternatif \tilde{x}_{ij} yang disediakan oleh k pembuat keputusan.

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{k} [\tilde{w}_j^1 \otimes \tilde{w}_j^2 \otimes \dots \otimes \tilde{w}_j^k]$$

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{k} [\tilde{x}_{ij}^1 \otimes \tilde{x}_{ij}^2 \otimes \dots \otimes \tilde{x}_{ij}^k]$$

Langkah 3:

Tentukan bobot kriteria yang dievaluasi. Variabel linguistik \tilde{w}_j merepresentasikan bobot pada kriteria ke- j , C_j , yang dapat digambarkan dengan bilangan segitiga fuzzy $\tilde{w}_j = (l_{j1}, m_{j2}, u_{j3})$. Dalam hal ini diperlukan untuk memprioritaskan kriteria, maka metode Center of Area (COA).

Diterapkan untuk menghitung Best Non fuzzy Performance (BNP), Persamaan.

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n]$$

$$BNP_{w_j} = [(U_{w_j} - L_{w_j}) + (M_{w_j} - L_{w_j})]/3 + L_{w_j}$$

Langkah 4:

Buat matriks keputusan fuzzy, \tilde{D} , dan tetapkan nilai \tilde{x}_{ij} rating untuk variabel linguistik untuk alternatif m dengan memperhatikan kriteria n. Dimana \tilde{x}_{ij} menunjukkan peringkat kinerja A_i alternatif sehubungan dengan kriteria C_j dan dinyatakan sebagai bilangan fuzzy segitiga linguistik, $\tilde{x}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$.

$$\tilde{D} = [\tilde{x}_{ij}]_{m \times n}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

Langkah 5:

Normalisasi matriks keputusan fuzzy R. Proses normalisasi dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan, di mana $u_j^+ = \max_i \{u_{ij} | i = 1, 2, \dots, m\}$.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

$$\tilde{r}_{ij} = (\frac{l_{ij}}{u_j^+}, \frac{m_{ij}}{u_j^+}, \frac{u_{ij}}{u_j^+})$$

Langkah 6:

Matriks keputusan ternormalisasi fuzzy berbobot dihitung dengan menggunakan Persamaan, dimana $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$.

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j$$

Langkah 7:

Tentukan solusi fuzzy positif-ideal (FPIS) dan solusi fuzzy negatif-ideal (FNIS). Karena bilangan fuzzy segitiga dimasukkan ke dalam interval dekat $[0, 1]$, titik preferensi ideal positif dan negatif (FPIRP, FNIRP) ditentukan dalam Persamaan, di mana $\tilde{v}_j^+ = (1, 1, 1)$, $\tilde{v}_j^- = (0, 0, 0)$.

$$A^+ = \{\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_n^+\}, A^- = \{\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-\}$$

Langkah 8:

Hitung jarak setiap alternatif dari FPIS dan FNIS, dimana

$i = 1, 2, \dots, m$.

$$d_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{ij}^+)^2 \right\}^{1/2} \text{ and } d_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{ij}^-)^2 \right\}^{1/2}$$

Langkah 9:

Dapatkan koefisien kedekatan, CCI dan tentukan peringkat alternatif, menurut Persamaan. Alternatif adalah yang terdekat dengan FPIS dan terjauh dari FNIS (Andreas Meier, Edy Portmann, Kilian Stoffel, Luis Terán 2017).

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$$

8. Metode Pemberiang Peringkat Kompromi (VIKOR).

Metode VIKOR diperkenalkan oleh Opricovic pada tahun 1998. Teknik ini adalah salah satu metode kompromi dalam model kompensasi, karena alternatif terdekat dengan solusi ideal lebih disukai dalam subkelompok ini. Umumnya, teknik ini berfokus pada peringkat alternatif dan memilih alternatif dengan sekumpulan atribut yang kontradiktif, dan pada akhirnya, memberikan solusi kompromi, yang berkontribusi pada pembuat keputusan untuk mencapai solusi akhir.

VIKOR telah banyak diterapkan dalam pengambilan keputusan untuk memilih alternatif yang ideal sejak diperkenalkan dan telah digunakan dalam menganalisis outsourcing logistik, pemilihan pemasok, dan pemilihan lokasi bandara. Teknik ini memiliki beberapa fitur berikut:

- Ini adalah salah satu metode kompensasi;
- Atribut harus independent
- Atribut kualitatif harus diubah menjadi kuantitatif

Selanjutnya matriks keputusan digunakan dalam metode VIKOR berdasarkan informasi yang diterima dari pengambil keputusan seperti pada Persamaan.

$$X = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1j} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{i1} & \cdots & r_{ij} & \cdots & r_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mj} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} ; \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

Dalam Persamaan diatas, r_{ij} menunjukkan elemen matriks keputusan untuk alternatif ke- i atribut ke- j . Di VIKOR, pengambil keputusan memberikan bobot atribut $[w_1, w_2, \dots, w_n]$ dengan mempertimbangkan properti yang dinormalisasi

$$\left(\sum_{j=1}^n w_j = 1 \right).$$

a. Deskripsi LP Metric

Ini adalah metode perencanaan kompromi, yang menggunakan metode metrik LP seperti pada Persamaan sebelumnya untuk menemukan alternatif terdekat dengan solusi optimal.

$$L_{pi} = \left\{ \sum_{j=1}^n \left[\frac{w_j (f_j^* - f_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)} \right]^p \right\}^{1/p} ; \quad i = 1, \dots, m, 1 \leq p \leq \infty$$

di mana \tilde{w}_j menunjukkan bobot atribut yang dideklarasikan oleh pengambil keputusan, p mewakili parameter yang menentukan keluarga LP, menunjukkan nilai dari alternatif ke- i dalam atribut ke- j , f_{ij}^* adalah f_{ij}^* terbaik, dan

adalah

$$S_i$$

terburuk diperkenalkan oleh L_{1i} dan f_{ij} sama dengan Persamaan.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \frac{(f_j^* - f_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)}; \quad i = 1, \dots, m$$

L_{1i} diperkenalkan oleh R_i dan sama dengan Persamaan

$$R_i = \max_j \left[w_j \frac{(f_j^* - f_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)} \right]; \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

b. The f_j^* and f_j^- Indexes

Untuk setiap atribut $j = 1, \dots, n$, f_{ij}^* terbaik ditetapkan sebagai f_j^* dan terburuk f_{ij}^- sebagai f_j^- . Indeks f_j^* dan f_j^- dihitung untuk atribut positif menggunakan Persamaan.

$$\begin{cases} f_j^* = \max_i f_{ij} \\ f_j^- = \min_i f_{ij} \end{cases}; \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

Indeks f_j^- dan f_j^* ditentukan untuk atribut negatif dari Persamaan.

$$\begin{cases} f_j^* = \min_i f_{ij} \\ f_j^- = \max_i f_{ij} \end{cases}; \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

c. Indeks S dan R.

Indeks S dan R diperoleh untuk setiap alternatif menggunakan Persamaan.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \frac{(f_j^* - f_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)}; \quad i = 1, \dots, m$$

$$R_i = \max_j \left[w_j \frac{(f_j^* - f_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)} \right]; \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

d. Indeks VIKOR

Indeks VIKOR juga dihitung untuk setiap alternatif seperti pada Persamaan.

$$\begin{cases} Q_i = v \times [(S_i - S^*) / (S^- - S^*)] + (1 - v) \times [(R_i - R^*) / (R^- - R^*)] \\ S^* = \min_i S_i, \quad S^- = \max_i S_i, \quad R^* = \min_i R_i, \quad R^- = \max_i R_i \end{cases}$$

di mana v menunjukkan bobot strategis, yang sering dianggap sama dengan 0,5.

e. Peringkat Akhir Alternatif

Selama langkah ini, alternatif diberi peringkat sebagai menurun dalam nilai (S) dan (R) dan (Q). Alternatif dengan jumlah atribut paling rendah merupakan alternatif unggulan. (Alireza Alinezhad, Javad Khalili 2019).

C. Soal Latihan/Tugas

1. Dalam Fuzzy MADM bagaimana cara menemukan metode yang cocok dalam skala keputusan yang besar?
2. Apa keunggulan jika menggunakan metode SAW dalam pengambilan keputusan.

D. Referensi

- Gwo-Hshiung Tzeng, Jih-Jeng Huang (2011). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. United State of America: Taylor & Francis Group, LLC.
- R. Venkata Rao (2007). *Decision Making in the Manufacturing Environment Using Graph Theory and Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods*. New York: Springer.
- R. Venkata Rao (2012). *Decision Making in the Manufacturing Environment Using Graph Theory and Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods*. New York: Springer.
- La Ode Muhlis, Samuel Everth Andrias Kurni, and Hasbi. *SISTEM PENUNJANG KEPUTUSAN UNTUK PENENTUAN PRIORITAS PENGEMBANGAN DESTINASI WISATA KABUPATEN MANOKWARI MENGGUNAKAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW)*. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi Dan Teknik Informatika "JISTI"*. Oktober 2020 [dikutip 1 November 2020];3(2):27-37. Tersedia pada: <https://ojs.stmik.ypls.ac.id/index.php/jisti/article/view/63>.
- Cengiz Kahraman (2008). *Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making: Theory and Applications with Recent Developments*. New York: Springer.
- Skilters, Jurgis, Newcombe, Nora, Uttal, David (2020). *Spatial Cognition XII 12th International Conference, Spatial Cognition 2020, Riga, Latvia, August 26–28, 2020, Proceedings*. New York: Springer.
- Andreas Meier, Edy Portmann, Kilian Stoffel, Luis Terán (2017). *The Application of Fuzzy Logic for Managerial Decision Making Processes Latest Research and Case Studies*. New York: Springer.
- R. Venkata Rao (2012). *Decision Making in the Manufacturing Environment Using Graph Theory and Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods*. 2nd Edition. New York: Springer.
- Alireza Alinezhad Javad Khalili (2019). *New Methods and Applications in Multiple Attribute Decision Making (MADM)*. New York: Springer.

GLOSARIUM

Paradoks adalah situasi pernyataan benar dan salah pada saat yang bersamaan.

Fuzzy adalah suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran antara benar atau salah.

Korespondensi adalah istilah umum yang merujuk kepada aktivitas penyampaian maksud melalui surat dari satu pihak kepada pihak lain.

Utilitas adalah manfaat/kegunaan.

Eksplisit adalah **penyampaian secara langsung sehingga makna dan isinya dapat diketahui.**

Implikasi adalah keterlibatan atau keadaan terlibat

Matriks adalah kumpulan bilangan yang disusun secara baris atau kolom atau kedua-duanya dan di dalam suatu tanda kurung

Evaluator adalah pihak (perseorangan/kelompok) yang melakukan evaluasi pelaksanaan suatu kegiatan

Transformasi adalah perubahan bentuk/rupa.

DM adalah decision making/ pengambilan keputusan.

Prefrensi adalah (hak untuk) didahulukan dan diutamakan daripada yang lain.

Outsourcing adalah sebuah upaya untuk mengalihkan pekerjaan ke pihak ketiga.

P&D adalah singkatan dari Provisien&Dranken, sebuah istilah berbahasa Belanda untuk menyebut toko ritel makanan dan minuman di pinggir jalan ramai

Agregasi adalah pengumpulan sejumlah benda yang terpisah-pisah menjadi satu