

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dapat dilakukan dengan terarah dan sistematis, beberapa prosedur dilakukan. Langkah awal adalah melakukan studi literatur untuk mencari data dan informasi terkait dari sumber-sumber seperti jurnal-jurnal nasional dan internasional yang terdapat pada basis data Scopus dan Web of Science (WoS) serta mengumpulkan pandangan para ahli. Kriteria pendukung lokasi PLTN dan penilaian bobot kriteria didasarkan pada pandangan para ahli yang paling banyak digunakan. Untuk menentukan urutan prioritas kriteria, digunakan metode *Fuzzy-AHP*. Perhitungan pada metode AHP dilakukan secara manual menggunakan Microsoft Excel dan *software* Expert Choice. Hasil perhitungan dapat diterima dan dianggap konsisten jika nilai *consistency ratio* (CR)  $< 0,1$  atau  $< 10\%$ . Jika nilai CR  $> 0,1$  atau  $> 10\%$  maka perhitungan perlu diteliti kembali. Setelah melakukan perhitungan matriks berpasangan dan vektor prioritas dalam metode AHP, *output* yang dihasilkan akan menjadi dasar bagi penghitungan lanjutan dengan menggunakan metode *Fuzzy-AHP* dan *Fuzzy-VIKOR*. Dalam tahap ini, tujuannya adalah menentukan lokasi yang memenuhi kriteria.

#### 3.2 Karakteristik Area Studi

Untuk meningkatkan efisiensi dalam menentukan lokasi yang optimal untuk pembangunan PLTN di lokasi potensial di Indonesia dengan menggunakan model MCDM yang berbasis pada algoritma *Fuzzy-AHP* dan *Fuzzy-VIKOR*. Dengan demikian, dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih akurat dan efektif dalam menentukan lokasi pembangunan PLTN di Indonesia, yaitu Provinsi Kalimantan Timur dan Provinsi Kalimantan Barat, ditunjukkan pada **Gambar 3.1**. Provinsi Kalimantan Timur merupakan sebuah provinsi yang terletak di Pulau Kalimantan. Provinsi ini memiliki luas wilayah mencapai 126.981,279 km<sup>2</sup>. Kalimantan Timur juga dikenal dengan memiliki luas hutan dan perairan yang mencapai 12.773,88 ribu hektar. Selain itu, provinsi ini juga dikenal dengan keberadaan ratusan sungai yang melintasi hampir setiap kabupaten dan kota di dalamnya. Keindahan dan keanekaragaman alamnya menjadikan

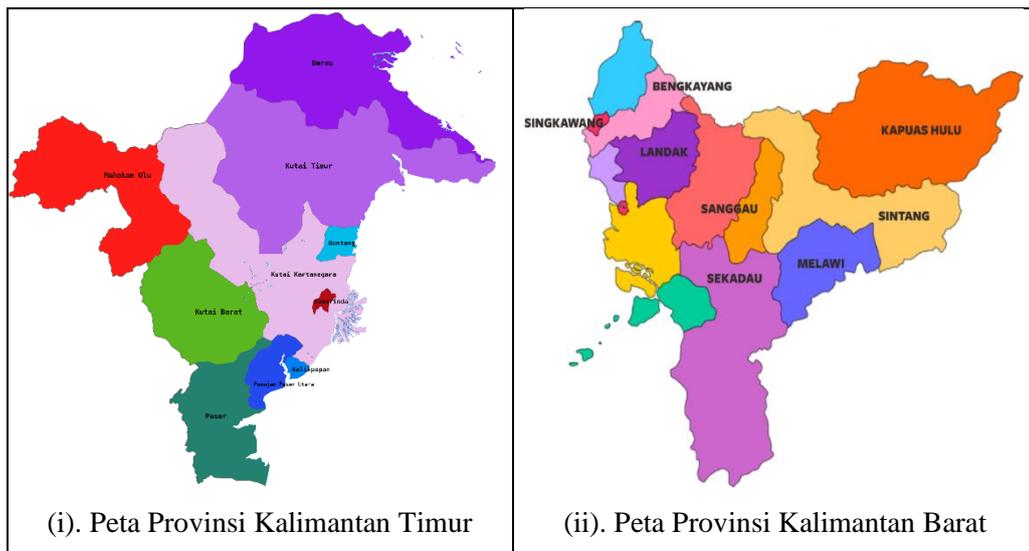
Kalimantan Timur sebagai daerah yang menarik untuk dieksplorasi. Dalam tahun 2022, tiga stasiun meteorologi di Kalimantan Timur melakukan pengukuran terhadap kondisi iklim. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, suhu rata-rata di Kalimantan Timur mencapai 27,2 °C, dengan suhu maksimum mencapai 36,4 °C dan suhu minimum sebesar 21,1 °C. Kelembaban udara rata-rata di wilayah tersebut mencapai 84,2%, dengan kelembaban maksimum mencapai 100,00% dan kelembaban minimum sebesar 39,0%. Selain itu, jumlah curah hujan tahunan rata-rata di Kalimantan Timur mencapai 2985 mm, dan terdapat sekitar 203,3 hari hujan dalam setahun. Penduduk Kalimantan Timur pada tahun 2022 diperkirakan mencapai 3,86 juta jiwa. Jika dibandingkan dengan data Sensus Penduduk 2020 yang mencatat sebanyak 3,77 juta jiwa, terdapat penambahan sebanyak 93,74 ribu jiwa dalam rentang waktu 2020-2022. Pada tahun 2022 produksi listrik di 13 Cabang/Ranting PLN di Kalimantan Timur mencapai 4.250,97 juta KWH. Dari jumlah tersebut, 3.983,87 juta KWH terjual; 27,51 juta KWH dipakai sendiri; dan 283 juta KW susut/hilang. Dari segi jumlah pelanggan listrik, tercatat adanya kenaikan jumlah di setiap Kabupaten/Kota di Kalimantan Timur. Jumlah pelanggan listrik terbesar di tahun 2022 ada di Kota Samarinda (BPS, 2023). Provinsi Kalimantan Barat memiliki luas wilayah yang mencapai 147.037 km<sup>2</sup>. Dalam konteks wilayah tersebut, sebagian besar luas tanahnya merupakan hutan dengan persentase mencapai 61,78% dari total luas provinsi. Hutan tersebut terdiri dari berbagai jenis, antara lain hutan belukar dengan persentase 20,70%, hutan lebat dengan persentase 31,36%, hutan rawa dengan persentase 7,76%, dan hutan sejenis dengan persentase 1,97%. Dengan demikian, Provinsi Kalimantan Barat menunjukkan kekayaan alam yang melimpah dalam lingkup wilayahnya yang luas. Pada tahun 2022, suhu maksimum di Provinsi Kalimantan Barat mencapai 34,20 °C dan minimum 21,80 °C. Kecepatan Angin maksimum mencapai 31,00 m/detik dengan tekanan udara maksimum 1.014,50 mbar. Jumlah curah hujan selama tahun 2022 sebanyak 3.040,60 mm. Terjadi penurunan curah hujan dari tahun 2021 sebesar 2.918,20 mm. Jumlah hari hujan selama tahun 2022 adalah 200 hari dan penyinaran matahari sebanyak 70 %. Pada tahun 2022, berdasarkan Proyeksi Penduduk 2022 (Juni 2021) menunjukkan bahwa jumlah penduduk

**Dea Inanda Putri, 2023**

**PENGEMBANGAN MODEL MULTI-CRITERIA DECISION MAKING UNTUK PENENTUAN LOKASI PLTN DENGAN METODE FUZZY-AHP DAN FUZZY-VIKOR DITINJAU DARI ASPEK SOSIAL EKONOMI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Provinsi Kalimantan Barat diperkirakan sekitar 5,54 juta jiwa, dengan sekitar 2,81 juta jiwa merupakan penduduk perkotaan. Selama periode duabelas tahun terakhir (2010-2022), tercatat bahwa pertumbuhan penduduk Provinsi Kalimantan Barat mencapai 1,33% per tahun. Selain itu, berdasarkan laporan PT. PLN (Persero) Wilayah V tahun 2022, terjadi peningkatan sebesar 4,86% dalam produksi tenaga listrik yang dihasilkan oleh PLN dibandingkan dengan tahun sebelumnya (BPS, 2023).



**Gambar 3.1** Peta lokasi kandidat PLTN

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Metode *multi criteria decision making* (MCDM) digunakan dalam menilai potensi lokasi pembangunan PLTN di Indonesia agar dapat menuju pembangunan berkelanjutan. Metode ini terbukti mampu mengintegrasikan berbagai parameter yang kontradiktif ke dalam proses pengambilan keputusan. Selanjutnya, MCDM dapat dianggap sebagai pendekatan sistematis untuk mengevaluasi dan memilih antara pos dalam menentukan lokasi PLTN (Alyami et al., 2022). Untuk memperoleh hasil perbandingan berpasangan dari kriteria evaluasi yang dibuat dengan memakai skema dan analisis terbaik dan tepat untuk lokasi PLTN, teknik *Fuzzy-AHP* dan *Fuzzy-VIKOR* telah banyak digunakan dalam bidang pengambilan keputusan penentuan lokasi PLTN (Ansari et al., 2011). Selain itu, pengolahan data dilakukan dengan perhitungan manual pada Microsoft Excel dan *software* Expert Choice. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi

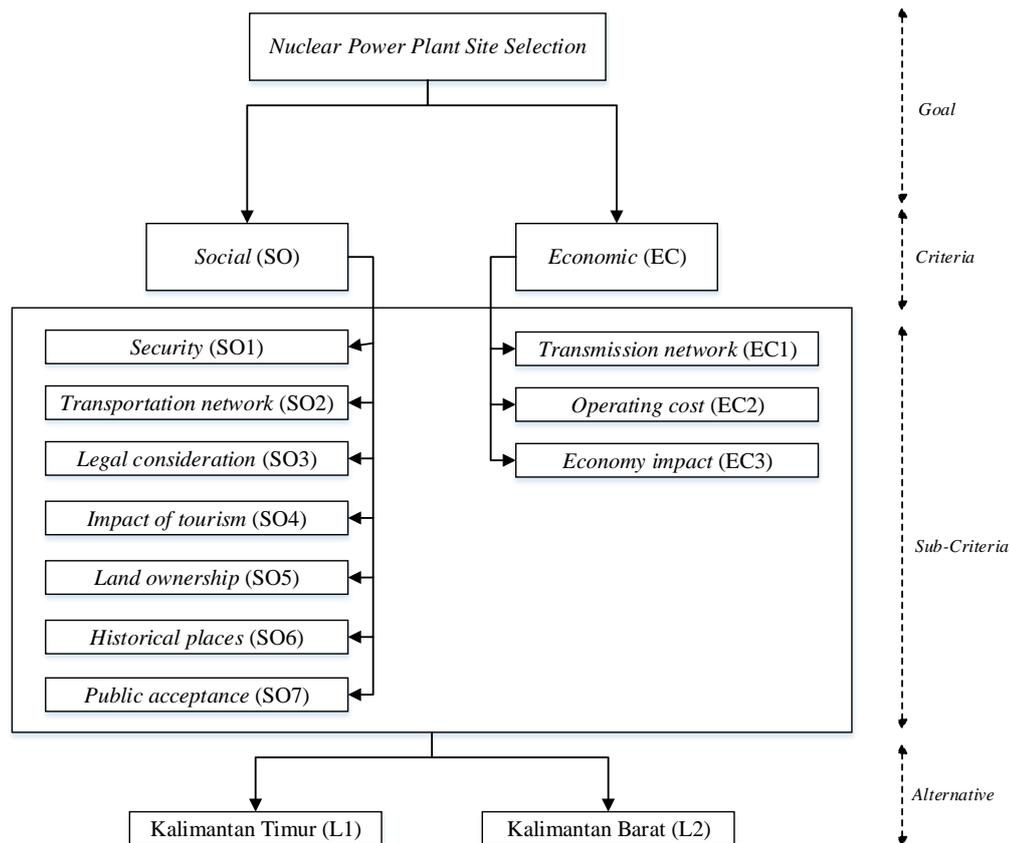
Dea Inanda Putri, 2023

**PENGEMBANGAN MODEL MULTI-CRITERIA DECISION MAKING UNTUK PENENTUAN LOKASI PLTN DENGAN METODE FUZZY-AHP DAN FUZZY-VIKOR DITINJAU DARI ASPEK SOSIAL EKONOMI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

terbesar lokasi pendirian PLTN di Indonesia. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian dimulai dengan menentukan struktur hierarki masalah (*see Gambar 3.2*). Hierarki masalah didapatkan melalui survei literatur dan diskusi bersama dalam kegiatan *focus grup discussion* (FGD). Terdapat delapan *panel expert* terlibat dalam menentukan kriteria-kriteria penentuan lokasi yang cocok dengan karakteristik dan politik Indonesia. Dengan menggunakan metode serta pengolahan data tersebut, diharapkan penelitian ini dapat memberikan rekomendasi lokasi yang tepat untuk pembangunan PLTN di Indonesia dengan mempertimbangkan aspek sosial ekonomi.

Semua anggota *panel expert* yang terlibat dalam *forum group discussion* memiliki latar belakang pendidikan doctoral di bidang sains dan teknik, serta pengalaman kerja lebih dari 10 tahun di perguruan tinggi negeri dan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), yang membuat mereka memiliki kemampuan untuk mengatasi masalah yang sedang dibahas. Dalam membangun hierarki, pendekatan *Fuzzy-AHP* dan *Fuzzy-VIKOR* digunakan. Pendekatan ini dicirikan oleh *pair-wise comparison* dari kriteria sosial ekonomi. Para ahli menentukan variabel linguistik untuk setiap pasangan kriteria dengan membuat *pair-wise comparison* prioritas kriteria yang telah diidentifikasi. Setiap variabel linguistik diberikan satu bilangan *fuzzy* triangular (TFNs) (Balusa & Gorai, 2021).



**Gambar 3.2** Pohon Hirarki Pendirian Lokasi PLTN

### 3.4 Metode Pengolahan Data

Dengan menggunakan algoritma *Fuzzy-AHP*, pengolahan data dilakukan melalui perhitungan manual pada Microsoft Excel dan *software* Expert Choice serta menggunakan algoritma *Fuzzy-VIKOR* dalam penentuan lokasi PLTN.

#### 3.4.1 Tahapan *Fuzzy-AHP*

Metode *Fuzzy-AHP* digunakan ketika terdapat beberapa kriteria yang saling terkait dan sulit diukur secara pasti. Metode ini memungkinkan kita untuk memasukkan ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan dan memperhitungkan bobot prioritas dari masing-masing kriteria dalam hierarki yang dibuat (Jasiulewicz-Kaczmarek et al., 2021). AHP adalah metode MCDM dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Dalam proses evaluasi, metode AHP digunakan untuk mempertimbangkan faktor-faktor kualitatif yang terlibat dan melakukan perbandingan antara mereka melalui pendekatan perbandingan berpasangan yang terstruktur dalam suatu hierarki. AHP ini memanfaatkan skala

angka untuk menggambarkan tingkat kepentingan atau dominansi suatu elemen terhadap elemen lainnya saat dilakukan perbandingan (Erdojan & Kaya, 2016; Goitsemang et al., 2020). Nilai skala tersebut dapat dilihat pada **Tabel 3.1** di bawah ini.

**Tabel 3.1** Skala Nilai AHP dari L. Saaty

Tingkat Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Tidak kalah pentingnya dengan yang lainnya	Kedua kriteria memiliki kontribusi yang sebanding terhadap mencapai tujuan
3	Tingkat pentingnya yang moderat jika dibandingkan dengan yang lain	Penilaian lebih sedikit memberikan dukungan pada satu kriteria daripada kriteria yang lain
5	Sangat pentingnya jika dibandingkan dengan yang lain	Penilaian secara signifikan mendukung satu kriteria lebih daripada yang lain
7	Jauh lebih signifikan pentingnya jika dibandingkan dengan yang lain	Penilaian memberikan dukungan yang sangat kuat pada satu kriteria dibandingkan dengan kriteria lainnya
9	Sangat ekstrem pentingnya jika dibandingkan dengan yang lain	Bukti yang mendukung satu kriteria lebih dari yang lain memiliki tingkat validitas yang maksimal
2,4,6,8	Nilai yang berada di antara dua penilaian yang hampir serupa	Ketika situasi membutuhkan adanya titik kesepakatan
Kebalikan	Nilai yang digunakan untuk perbandingan yang berkebalikan	Apabila kriteria i memiliki salah satu dari angka-angka di atas saat dibandingkan dengan kriteria j, maka kriteria j akan memiliki nilai yang berkebalikan jika dibandingkan dengan i.

Setelah matriks perbandingan berpasangan diperoleh, maka langkah selanjutnya yaitu mengevaluasi konsistensi suatu hirarki, terlebih dahulu dilakukan normalisasi matriks dengan membagi nilai setiap elemen berpasangan dengan jumlah setiap kolom yang ada. Selanjutnya, dilakukan perhitungan nilai *eigen*, nilai *Consistency Indeks* (CI), dan *Consistency Rasio* (CR). Sebuah hirarki dianggap konsisten apabila ukuran matriks 3x3 maka CR yang dapat diterima adalah 0,05. Untuk ukuran matriks 4x4 maka CR yang dapat diterima adalah 0,08. Untuk ukuran matriks yang berorde diatas 5 maka CR yang dapat diterima adalah 0,1. Namun, jika nilai CR lebih besar atau kurang dari 0,1, maka diperlukan perhitungan ulang untuk memastikan konsistensi dari hirarki tersebut (Sato & Tan, 2022).

Dalam menghitung CR dapat dilakukan dengan cara berikut:

$$CR = \frac{CI}{IR}$$

Dimana:

$$CI = \frac{\lambda \max - n}{n - 1}$$

IR = *Index Random Consistency*

Berikut ini *Random Index* yang ditemukan oleh Thomas L. Saaty. Hal ini didapatkan dari rata-rata 500 angka sampel matriks random dengan skala perbandingan 1-9. Hasil ordo matrik dapat dilihat pada **Tabel 3.2** (Julianto, 2020).

**Tabel 3.2** Nilai *Index Random* (IR)

Ordo Matriks	1	2	3	4	5	6	7	8	9
IR	0	0	0,52	0,89	1,12	1,26	1,36	1,41	1,46

Metode *Fuzzy-AHP* digunakan untuk membandingkan atribut keputusan dalam hirarki yang sama dengan menggunakan skala *fuzzy* yang direpresentasikan oleh bilangan TFN. Proses perbandingan melibatkan penggunaan 9 skala variabel linguistik yang diaplikasikan dengan aturan fungsi keanggotaan untuk memberikan bobot pada setiap kriteria yang telah diidentifikasi (Xu et al., 2021). Dalam perhitungan *Fuzzy-AHP*, terdapat beberapa tahapan yang dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Mengubah skala AHP menjadi skala TFN dan disusun dalam bentuk matriks perbandingan berpasangan (Wang et al., 2021). Hasil dapat dilihat pada **Tabel 3.3**.

**Tabel 3.3** Skala AHP dan *Triangular Fuzzy Number* (TFN)

Skala AHP	Variabel linguistik	Skala TFN	Kebalikan
1	Sama penting	(1,1,1)	(1,1,1)
2	Skala antara sama dan sedikit lebih penting	(1,2,3)	(1/3, 1/2, 1)
3	Sedikit lebih penting	(2,3,4)	(1/4, 1/3, 1/2)
4	Skala antara sedikit lebih dan lebih penting	(3,4,5)	(1/5, 1/4, 1/3)
5	Lebih penting	(4,5,6)	(1/6, 1/5, 1/4)

6	Skala antara lebih dan sangat penting	(5,6,7)	(1/7, 1/6, 1/5)
7	Sangat penting	(6,7,8)	(1/8, 1/7, 1/6)
8	Skala antara sangat dan mutlak lebih penting	(7,8,9)	(1/9, 1/8, 1/7)
9	Mutlak lebih penting	(8,9,9)	(1/9, 1/9, 1/8)

2. Menghitung nilai tengah geometris pada setiap baris sebagai berikut (Chou et al., 2019):

$$r_i = \left( \prod_{j=1}^m a_{ij} \right)^{1/m} \quad (1)$$

Dalam perhitungan perbandingan *fuzzy* antar kriteria,  $\tilde{r}_i$  merujuk pada hasil perkalian nilai perbandingan *fuzzy* kriteria untuk setiap kriteria yang juga dikenal sebagai *geometric mean*. Sedangkan,  $\tilde{a}_{ij}$  merupakan representasi nilai perbandingan *fuzzy* antara kriteria  $i$  dan kriteria  $j$ .

Dengan menggunakan formula ini, kita dapat menghitung  $\tilde{r}_i$  dengan cara mengalikan semua nilai perbandingan *fuzzy* yang terkait dengan kriteria  $i$ .

Dengan demikian, hasil nilai *fuzzy geometric mean*  $\tilde{r}_i$  dapat ditulis sebagai berikut (Liu et al., 2020):

$$\tilde{r}_i = (l_{ri}, m_{ri}, u_{ri}) \left[ \left( \prod_{j=1}^m l_{ij} \right)^{\frac{1}{n}}, \left( \prod_{j=1}^m m_{ij} \right)^{\frac{1}{n}}, \left( \prod_{j=1}^m u_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} \right] \quad (2)$$

3. Selanjutnya, melakukan perhitungan nilai bobot *fuzzy* untuk setiap kriteria dengan menggunakan persamaan berikut:

$$w_i = \tilde{r}_i \otimes \left( \tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_i \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n \right)^{-1} \quad (3)$$

Secara lebih rinci, dalam metode ini, kita melakukan penjumlahan vertikal dari nilai bawah ( $l$ ), nilai tengah ( $m$ ), dan nilai atas ( $u$ ) untuk

setiap tingkat kepentingan kriteria. Kemudian, untuk setiap kriteria, nilai bawah dibagi dengan jumlah nilai atas, nilai tengah dibagi dengan jumlah nilai tengah, dan nilai atas dibagi dengan jumlah nilai bawah. Pendekatan ini memungkinkan kita untuk mendapatkan bobot relatif dari masing-masing tingkat kepentingan dalam konteks perbandingan kriteria (Silva et al., 2021).

4. Kemudian, melalui proses defuzzifikasi, output fuzzy  $\tilde{w}_i$  diubah menjadi output yang memiliki nilai tunggal (crisp)  $w_i$ . Setelah mendapatkan nilai crisp untuk setiap kriteria, bobot akhir dari setiap kriteria dapat diketahui dengan menormalisasi nilai-nilai crisp tersebut. Caranya adalah dengan menjumlahkan semua nilai crisp dan membagi setiap nilai crisp dari tiap kriteria dengan jumlah tersebut (Jovčić et al., 2019).

#### 3.4.2 Tahapan Fuzzy-VIKOR

Fuzzy-VIKOR adalah sebuah metode peringkat kompromi yang digunakan untuk menangani masalah MCDM yang kompleks dengan kriteria yang tidak sepadan dan bertentangan. Metode ini berfokus pada menentukan peringkat dan memilih alternatif terbaik dari suatu set alternatif, dan menemukan solusi kompromi untuk masalah dengan kriteria yang bertentangan, yang membantu pengambil keputusan mencapai solusi akhir. Metode ini bertujuan untuk mengurangi tingkat ketidakpastian dalam penentuan bobot kriteria dan meminimalkan jarak antara alternatif terbaik dan solusi ideal dalam lingkungan yang tidak pasti dengan menggunakan ekspresi linguistik untuk mengevaluasi peringkat kinerja alternatif berdasarkan kriteria (Salehi, 2016; Wang et al., 2021).

Langkah-langkah perhitungan dengan metode Fuzzy-VIKOR sebagai berikut:

1. Susunlah matriks keputusan kinerja yang menggunakan variabel linguistik yang tercantum dalam **Tabel 3.4** dan dihitung dengan persamaan (4) dan (5) (Wang et al., 2021).

**Tabel 3.4** Skala Linguistik Variabel *Fuzzy*-VIKOR

<i>Linguistics Variable</i>	TFN
<i>Very Low (VL)</i>	(1,1,1)
<i>Low (L)</i>	(1, 3,5)
<i>Medium (M)</i>	(3,5,7)
<i>High (H)</i>	(5,7,9)
<i>Very High (VH)</i>	(7,9,9)

Persamaan untuk menghitung bobot agregasi *fuzzy* dari alternatif ( $A_m$ ) setiap sub kriteria ( $C_n$ ) didasarkan pada dua asumsi penting. Pertama,  $x_{ij}$  digunakan untuk menyatakan bobot dari setiap alternatif ( $A_i$ ) pada setiap sub kriteria ( $C_j$ ). Kedua,  $K$  digunakan untuk menyatakan jumlah pengambil keputusan. Dengan persamaan tersebut memungkinkan perhitungan bobot agregasi *fuzzy* untuk setiap alternatif pada setiap sub kriteria dengan mempertimbangkan kedua asumsi yang disebutkan. Dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Kaya et al., 2022):

$$x_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}), \text{ dimana}$$

$$a_{ij} = \min_k \{a_i^k\}, b_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^k b_{ij}^k, c_{ij} = \max_k \{c_{ij}^k\} a_{ij} \quad (4)$$

Dalam proses selanjutnya, dilakukan pembuatan matriks *fuzzy* keputusan untuk setiap alternatif dari sub-kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya dengan persamaan sebagai berikut (Lam et al., 2021):

$$f = \begin{matrix} & A_1 & A_2 & \cdots & A_i \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_j \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (5)$$

2. Untuk setiap kriteria, perlu dilakukan penentuan nilai *fuzzy* terbaik ( $f_i^*$ ) dan nilai *fuzzy* terburuk ( $f_i^-$ ).

Dalam notasi, nilai *fuzzy* terbaik ditandai dengan  $f_i^* = (l_i^*, m_i^*, u_i^*)$  sedangkan nilai *fuzzy* terburuk dinotasikan dengan  $f_i^- = (l_i^-, m_i^-, u_i^-)$  dapat dihitung sebagai berikut (Ikram et al., 2020):

$$f_i^* = \max_j f_{ij}, f_i^- = \min_j f_{ij}, \text{ for } i \in B \quad (6)$$

$$f_i^* = \min_j f_{ij}, f_i^- = \max_j f_{ij}, \text{ for } i \in C$$

Dimana simbol B untuk merepresentasikan sub-kriteria yang memberikan manfaat atau keuntungan, sedangkan simbol C digunakan untuk mewakili sub-kriteria yang melibatkan biaya atau kerugian.

3. Proses yang dilakukan adalah untuk mengubah atau menyesuaikan perbedaan *fuzzy* menjadi dalam skala yang normal atau standar (Wibowo & Yudianto, 2019).

Berikut adalah cara untuk melakukan normalisasi *fuzzy difference* ( $d_{ij}$ ):

$$d_{ij} = \frac{(f_i^* - x_{ij})}{(u_i^* - l_i^-)}, \text{ for } i \in B \quad (7)$$

$$d_{ij} = \frac{(x_{ij} - f_i^*)}{(u_i^- - l_i^*)}, \text{ for } i \in C$$

4. Melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *Utility Measure* dan *Regret Measure*

Nilai *Utility Measure* ditandai dengan simbol  $S_j$ , sementara *Regret Measure* ditandai dengan simbol  $R_j$ . Perhitungan keduanya dapat dilakukan dengan cara berikut (Taylan et al., 2020):

$$S_j = \sum_{i=1}^n (w_i * d_{ij}) \quad (8)$$

$$R_j = \max_i (w_i * d_{ij})$$

Dimana  $S_j = (S_j^l, S_j^m, S_j^u)$  merupakan jumlah *fuzzy* terbobot, sedangkan  $R_j = (R_j^l, R_j^m, R_j^u)$  operasi maksimum *fuzzy*, dan  $w_i$  merupakan bobot yang diberikan pada setiap kriteria.

5. Melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai Indeks VIKOR

Indeks VIKOR ditandai dengan symbol  $Q_j$  dalam hal ini, nilai tersebut dinyatakan dalam bentuk *triangular fuzzy number* dan dapat dihitung dengan cara berikut (Koppiahraj et al., 2021):

$$Q_j = v \frac{(S_j - S^*)}{(S^- - S^{*l})} + (1-v) \frac{(R_j - R^*)}{(R^- - R^{*l})} \quad (9)$$

Dimana  $S^* = \min_j S_j, S^- = \max_j S_j^u, R^* = \min_j R_j, R^- = \max_j R_j^u$

Bobot strategi mayoritas kriteria (*maximum group utility*) dinotasikan sebagai  $v$ , sementara bobot individual *regret* dinotasikan sebagai  $(1-v)$ . Berdasarkan penelitian sebelumnya, disimpulkan bahwa dalam banyak kasus, nilai indeks VIKOR umumnya ditetapkan sebagai  $v = 0.5$ . Selain itu, nilai  $v$  dapat dimodifikasi dengan rumus  $v = \frac{(n+1)}{2n}$

dan  $v = \frac{(n-1)}{2n} = 1$ .

6. Defuzzifikasi dilakukan untuk mengubah hasil dari suatu sistem *fuzzy* menjadi nilai tegas yang lebih konkret.

Proses defuzzifikasi dilakukan dengan menerapkan metode *Center of Area* (COA). Dalam defuzzifikasi nilai  $S_j, R_j,$  dan  $Q_j$  diubah menjadi nilai *crisp* yang direpresentasikan sebagai  $S, R,$  dan  $Q$  (Li et al., 2022).

7. Pengurutan alternatif berdasarkan prioritas atau preferensi.

Proses pengurutan dilakukan untuk nilai-nilai  $S, R,$  dan  $Q$  secara menurun, menghasilkan tiga daftar peringkat yaitu  $\{A\}_S, \{A\}_R,$  dan  $\{A\}_Q$ . Indeks  $Q_i$  digunakan sebagai pengukuran jarak antara alternatif  $A_i$  dengan alternatif terbaik yang ada. Semakin kecil nilai  $Q$ , semakin tinggi peringkat alternatif tersebut, menunjukkan kualitas atau preferensi yang lebih baik (Sunarsih et al., 2020).

8. Alternatif

Dalam langkah ini, sebuah solusi kompromi diajukan yang menempatkan alternatif  $A^{(1)}$  pada peringkat teratas dengan nilai  $Q$  yang paling rendah, dengan syarat bahwa kedua kondisi berikut terpenuhi (Balin et al., 2020):

$C1 : Acceptable advantage$

$$adv \geq DQ$$

$$\text{Dimana } Adv = \frac{Q(A)^{(2)} - Q(A)^{(1)}}{Q(A)^{(j)} - Q(A)^{(1)}}, \quad (10)$$

Keuntungan relatif dari alternatif  $A^{(1)}$  yang menduduki peringkat teratas dan alternatif  $A^{(2)}$  yang berada pada peringkat kedua dalam  $\{A\}_Q$  dapat diukur. Untuk membedakan tingkat keuntungan antara

keduanya, ditetapkan ambang batas  $DQ$  dengan rumus  $DQ = \frac{1}{(j-1)}$

$C2 : Acceptable stability in decision making$

Agar memenuhi syarat, alternatif  $A^{(1)}$  harus berada pada peringkat teratas baik dalam  $S$  maupun  $R$ . Solusi kompromi diajukan jika salah satu kondisi tersebut tidak terpenuhi:

- a. Jika hanya kondisi 2 yang tidak memenuhi syarat, maka alternatif  $A^{(1)}$  dan  $A^{(2)}$  menjadi pilihan.
- b. Jika kondisi 1 tidak memenuhi syarat, maka alternatif  $A^{(1)}, A^{(2)} \dots A^{(M)}$  menjadi pilihan. Alternatif  $A^{(M)}$  dipilih berdasarkan  $Q(A^{(m)}) - Q(A^{(1)}) < DQ$ .