

PENERAPAN METODE FUZZY ANALYTIC NETWORK PROCESS (FANP) DALAM MENENTUKAN LOKASI KANTOR CABANG BANK BARU DI KABUPATEN NGANJUK

Sintia Wahyu Ningrum

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: sintia.19043@mhs.unesa.ac.id

Raden Sulaiman

Program studi matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
Penulis Korespondensi: radensulaiman@unesa.ac.id

Abstrak

Penentuan lokasi kantor cabang bank merupakan kebijakan yang harus diambil untuk menjawab tantangan dan perubahan dalam jangka panjang, sehingga diperlukan analisis yang mendalam untuk memilih lokasi yang tepat. Pemeringkatan dilakukan berdasarkan bobot subkriteria yang selesai diolah menggunakan metode *Fuzzy Analytic Network Process* (FANP). Perhitungan bobot juga didasarkan adanya ketergantungan (*dependency*) baik *inner dependence* maupun *outer dependence*. Adanya keterkaitan antar subkriteria satu dengan yang lain menjadikan metode *Fuzzy Analytic Network Process* (FANP) lebih kompleks dibandingkan teknik pengambilan keputusan lainnya. Berdasarkan perhitungan metode *Fuzzy Analytic Network Process* (FANP) diperoleh bobot dari tiap subkriteria, yaitu jumlah penduduk sebesar 8,62%, kepadatan penduduk sebesar 12,95%, luas tanah sebesar 4,65%, fasilitas keamanan sebesar 24,65%, ketersediaan utilitas publik sebesar 2,62%, jarak lokasi dengan pemukiman sebesar 12,53%, jarak terdekat antar sesama cabang sebesar 33,09%, dan jumlah pesaing sebesar 0,90%.

Kata Kunci: Penentuan lokasi bank, *Fuzzy Analytic Network Porcess* (FANP), *fuzzy*, *Analytic Network Process*, *inner dependence*

Abstract

Determining the location of bank branch offices is a policy that must be taken to respond to challenges and changes in the long term, so an in-depth analysis is needed to choose the right location. Ranking is done based on the weight of the sub-criteria that have been processed using the Fuzzy Analytic Network Process (FANP) method. Weight calculations are also based on dependencies, both inner and outer dependencies. The existence of interrelationships between sub-criteria with one another makes the Fuzzy Analytic Network Process (FANP) method more complex than other decision-making techniques. Based on the calculation of the Fuzzy Analytic Network Process (FANP) method, the weight of each sub-criteria is obtained, namely the population of 8.62%, population density of 12.95%, land area of 4.65%, security facilities of 24.65%, availability of public utilities of 2.62%, location distance to settlements of 12.53%, the closest distance between fellow branches of 33.09%, and the number of competitors of 0.90%.

Keywords: Bank location determination, *Fuzzy Analytic Network Process* (FANP), *fuzzy*, *analytic network process*, *inner dependence*

PENDAHULUAN

Definisi bank dijelaskan dalam UU No. 10 Tahun 1998 bahwa bank adalah badan usaha yang menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan, dan menyalurkan kepada masyarakat dalam bentuk kredit dan atau bentuk-bentuk lainnya dengan fungsi utama yaitu meningkatkan taraf hidup rakyat banyak. Selain sebagai salah satu pendapatan daerah, bank memiliki tujuan mendukung dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan daerah di segala bidang. Pertumbuhan ekonomi suatu daerah menjadi tolak ukur keberhasilan pembangunan daerah tersebut. Industri perbankan yang dikatakan sebagai salah satu lembaga keuangan memiliki peran yang penting

dalam perekonomian. Produktivitas dan perekonomian di daerah akan meningkat ketika kredit dialirkan ke masyarakat untuk digunakan investasi dan kegiatan sehari-hari (Syavitra, 2009).

Perbankan memiliki peran penting dalam pertumbuhan ekonomi suatu negara, terlebih pada negara berkembang. Hal tersebut berhubungan dengan karakteristik negara berkembang seperti Indonesia, yaitu adanya *saving investment gap* yang tidak dapat dipenuhi oleh budget pemerintah, sehingga peran perbankan pada negara berkembang lebih mendominasi dibandingkan negara maju (Sunarsip, 2003). Jika dalam sektor perbankan terdapat gangguan, maka berdampak besar pula pada pertumbuhan perekonomian suatu daerah

dalam suatu negara, sehingga mengetahui kesehatan bank sangat diperlukan oleh pemerintah, masyarakat, dan bank itu sendiri. Kesehatan bank didefinisikan sebagai tingkat keberhasilan bank untuk menjalankan operasi perbankan secara normal dan kewajiban memenuhi peraturan bank yang berlaku.

Mencegah adanya gangguan pada sektor perbankan, bank harus mempertimbangkan beberapa hal, salah satunya mengenai teori lokasi. Menurut kasmir, bank perlu memperhatikan teori lokasi dan layout untuk keberlangsungan bank. Dalam beberapa penelitian yang membahas mengenai pengaruh lokasi, pelayanan, produk dan promosi diperoleh hasil bahwa keputusan nasabah untuk menabung atau menggunakan layanan perbankan sangat dipengaruhi oleh lokasi bank. Lokasi bank sendiri berfungsi sebagai pusat manajemen dan penjualan produk perbankan (Nopitasari, 2017). Menemukan lokasi terbaik untuk menjual produknya sering menjadi tantangan bagi bank. Keputusan untuk membuka kantor cabang baru merupakan kebijakan yang harus diambil untuk menjawab tantangan dan perubahan dalam jangka panjang, sehingga pihak bank memerlukan analisis yang mendalam untuk memilih lokasi yang ideal.

Penentuan lokasi yang sesuai berdasarkan kriteria dan subkriteria yang diperlukan dapat dilakukan menggunakan salah satu aplikasi dari bidang matematika yaitu *fuzzy* dengan metode *Fuzzy Analytic Network Process* (FANP). Metode ini pertama kali dikenalkan oleh Thomas L. Saaty yang merupakan gabungan dari metode *fuzzy* dan *Analytic Network Process* (ANP). Metode *Analytic Network Process* (ANP) sendiri merupakan generalisasi dari metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang sebelumnya telah dipopulerkan. Pada metode ini terfokus pada perbandingan berpasangan dengan skala rasio dengan nilai skala *fuzzy*, dalam penelitian ini menggunakan *Triangular Fuzzy Number* (TFN).

Pada penelitian sebelumnya, metode FANP digunakan untuk perankingan operator GSM. Penelitian tersebut berjudul "*Ranking of the GSM Operators with Fuzzy ANP*" oleh Nihal Erinel dan Sevil Senturk. Pada penelitian tersebut menghasilkan keputusan bahwa dalam pengambilan keputusan operator GSM dapat diketahui kriteria dan subkriteria yang lebih penting bagi pelanggan. Urutan tersebut dapat dijadikan acuan dalam

pengambilan tindakan perbaikan untuk mendapatkan lebih banyak pelanggan (Erginel & Senturk, 2011). Metode FANP juga digunakan dalam penelitian "*Analisis Metode Fuzzy Analytic Network Process* untuk Sistem Pengambilan Keputusan Pemeliharaan Jalan" oleh Rizky Ardiansyah dkk. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa dalam mendesain aplikasi SPK pemeliharaan jalan, FANP cenderung lebih kompleks dibandingkan metode *Multi Criteria Decision Making* lainnya (Ardiansyah dkk., 2016).

Penelitian yang relevan lainnya adalah penelitian yang berjudul "*Penerapan Metode Fuzzy Analytic Network Process* (FANP) Pada Penentuan Penerima Beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) di FMIPA Unesa" oleh Gena Nova Savira dan Yuliani Puji Astuti. Penelitian ini menghasilkan bobot dari masing masing subkriteria dari setiap kriteria. Dalam penelitian ini tidak dibahas mengenai perhitungan *dependency* karena keterbatasan subkriteria (Savira & Astuti, 2019).

KAJIAN TEORI

HIMPUNAN FUZZY

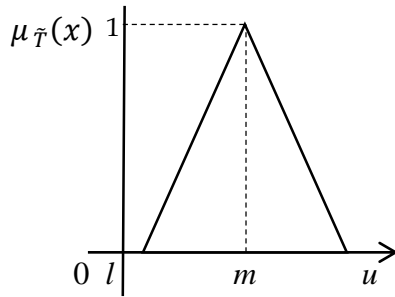
Teori himpunan *fuzzy* merupakan bentuk ekspansi dari himpunan *crisp* atau klasik. Dalam himpunan *fuzzy* yang dikenalkan oleh Lotfi A. Zadeh, setiap anggota dari himpunan *fuzzy* memiliki level keanggotaan yang biasa disebut nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan. Derajat keanggotaan suatu elemen x dalam suatu himpunan *fuzzy* \tilde{T} , dinotasikan dengan $\mu_{\tilde{T}}(x)$. Derajat keanggotaan dalam himpunan *fuzzy* dibatasi oleh suatu interval $[0,1]$.

TRIANGULAR FUZZY NUMBER (TFN)

Triangular fuzzy Number (TFN) merupakan satu dari pendekatan fungsi untuk memperoleh derajat keanggotaan dalam suatu himpunan *fuzzy*. TFN dinyatakan dalam suatu segitiga ($x: l, m, u$) dengan masing masing variabel menyatakan l (lower), m (middle), u (upper) dimana nilai $l < m < u$ (Chang, 1996):

$$\mu_{\tilde{T}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq l \text{ atau } x \geq u \\ \frac{(x-l)}{(m-l)}; & l \leq x \leq m \\ \frac{(x-u)}{(m-u)}; & m \leq x \leq u \end{cases} \quad (1)$$

Fungsi keanggotaan pada TFN ditampilkan dalam gambar berikut ini :



Gambar 1: Fungsi keanggotaan TFN

ANALYTIC NETWORK PROCESS (ANP)

Analytic network process (ANP) adalah metode yang lebih umum dari *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang sebelumnya telah dipopulerkan. Metode ANP juga digunakan untuk menganalisis dalam pengambilan keputusan multikriteria (*multi-criteria decision analysis*). AHP menyusun masalah dan penyelesaian dalam bentuk struktur hierarki meliputi tujuan, kriteria keputusan, dan alternatif, sedangkan metode ANP menyusun keputusan menjadi jaringan (*network*) (Darmawan, 2018). Adanya dua jenis keterkaitan dalam *Analytic network process* (ANP), yaitu keterkaitan antar subkriteria dalam satu kriteria (*inner dependence*) dan keterkaitan antar subkriteria dalam kriteria yang berbeda (*outer dependence*) menyebabkan *Analytic Network Process* (ANP) lebih baik dalam hal kompleksitas dibandingkan *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Keterkaitan itu pula mengakibatkan metode ANP dapat memiliki kemampuan mengkomodasi keterkaitan antar kriteria atau alternatif yang lebih baik dibandingkan AHP (Sulistiyowati & Juniati, 2020).

FUZZY ANALYTIC NETWORK PROCESS (FANP)

Fuzzy Analytic Network Process (FANP) adalah kombinasi dari metode *fuzzy* dan ANP. Dalam metode FANP, digunakan metode ANP untuk menyelesaikan masalah keputusan dimana terdapat interaksi antar kriteria pada beberapa level. Metode ini dapat meminimalkan ketidakpastian dalam penelitian kualitatif menggunakan bilangan *fuzzy*. Metode *Fuzzy Analytic Network Process* (FANP) juga dapat mengatasi kelemahan pada ANP, yaitu masalah kriteria dengan karakteristik yang lebih subjektif. Adapun tahapan penyelesaian metode *Fuzzy Analytic Network Process* (FANP) adalah:

1. Menyusun struktur hierarki

Elemen yang disusun secara hierarki merupakan kriteria, subkriteria, dan alternatif-alternatif yang memungkinkan.

2. Pengumpulan data penelitian

Data yang digunakan merupakan data dari semua pembuat keputusan atau responden melalui kuesioner mengenai tingkat kepentingan dari setiap elemen yang dipasangkan. Data yang bersifat linguistik diubah menjadi numerik mengikuti ketentuan Tabel berikut:

Tabel 1: Skala perbandingan berpasangan antar kriteria

Skala Numerik	Skala Linguistik
1	Kedua kriteria sama penting
3	Kriteria <i>i</i> sedikit lebih penting dibandingkan dengan kriteria <i>j</i>
5	Kriteria <i>i</i> lebih penting dibandingkan dengan kriteria <i>j</i>
7	Kriteria <i>i</i> sangat lebih penting dibandingkan dengan kriteria <i>j</i>
9	Kriteria <i>i</i> mutlak lebih penting dibandingkan dengan kriteria <i>j</i>
2,4,6,8	Jika ragu-ragu antara dua skala maka ambil nilai tengahnya, yaitu 2,4,6, atau 8

3. Menyusun matriks perbandingan berpasangan

Misalkan matriks *A* adalah matriks perbandingan berpasangan yang setiap elemennya merepresentasikan perbandingan berpasangan antar elemen. Nilai dari setiap elemen matriks *A* diperoleh dari menghitung rata-rata data perbandingan berpasangan dari seluruh responden pada setiap perbandingan kriteria atau subkriteria menggunakan rata-rata geometrik. Elemen

(a_{ij}) merupakan tingkat kepentingan elemen i terhadap elemen j (Puspitasari, 2009) :

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \cdots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2)$$

dengan,

n = jumlah elemen yang dibandingkan

C_i = kriteria ke - i , dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$

a_{ij} = tingkat kepentingan elemen ke- i terhadap elemen ke- j .

4. Menghitung matriks normalisasi

Normalisasi umumnya diperlukan apabila atribut dari data mempunyai skala atau rentang yang berbeda, misalkan ada ketimpangan data dimana ada data yang terlampaui tinggi dan ada data yang terlampaui rendah. Misalkan matriks AB adalah matriks yang diperoleh dari hasil bagi setiap elemen matriks A dengan hasil penjumlahan kolom yang bersesuaian. Rata-rata penjumlahan setiap baris matriks AB digunakan dalam penyusunan matriks AR.

$$AB = \begin{matrix} \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \frac{1}{a_{11} + a_{21} + \cdots + a_{n1}} & \frac{a_{12}}{a_{12} + a_{22} + \cdots + a_{n2}} & \cdots & \frac{a_{1n}}{a_{1n} + a_{2n} + \cdots + a_{nn}} \\ \frac{a_{21}}{a_{11} + a_{21} + \cdots + a_{n1}} & \frac{1}{a_{12} + a_{22} + \cdots + a_{n2}} & \cdots & \frac{a_{2n}}{a_{1n} + a_{2n} + \cdots + a_{nn}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_{n1}}{a_{11} + a_{21} + \cdots + a_{n1}} & \frac{a_{n2}}{a_{12} + a_{22} + \cdots + a_{n2}} & \cdots & \frac{1}{a_{1n} + a_{2n} + \cdots + a_{nn}} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3)$$

$$AR = \begin{matrix} \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \frac{\left(\frac{1}{a_{11} + a_{21} + \cdots + a_{n1}} + \frac{a_{12}}{a_{12} + a_{22} + \cdots + a_{n2}} + \cdots + \frac{a_{1n}}{a_{1n} + a_{2n} + \cdots + a_{nn}} \right)}{n} & \frac{\left(\frac{a_{21}}{a_{11} + a_{21} + \cdots + a_{n1}} + \frac{1}{a_{12} + a_{22} + \cdots + a_{n2}} + \cdots + \frac{a_{2n}}{a_{1n} + a_{2n} + \cdots + a_{nn}} \right)}{n} & \cdots & \frac{\left(\frac{a_{n1}}{a_{11} + a_{21} + \cdots + a_{n1}} + \frac{a_{n2}}{a_{12} + a_{22} + \cdots + a_{n2}} + \cdots + \frac{1}{a_{1n} + a_{2n} + \cdots + a_{nn}} \right)}{n} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (4)$$

5. Mencari nilai eigen maksimum (λ_{max})

Nilai eigen maksimum dalam *Fuzzy Analytic Network Process* dinyatakan dengan λ_{max} , dimana matriks yang konsisten nilai $\lambda_{max} \geq n$. Mencari nilai eigen maksimum dibutuhkan matriks baru misalnya matriks C, dimana elemen matriks C merupakan hasil kali matriks A dan matriks normalisasi AR. Nilai λ_{max} diperoleh dari persamaan berikut:

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{c_{i1}}{ar_{i1}}}{n} \quad (5)$$

dengan,

λ_{max} = nilai eigen maksimum

n = jumlah elemen yang dibandingkan

c_{i1} = elemen ke i dari matriks C

ar_{i1} = elemen ke i dari matriks AR

6. Uji konsistensi data

Dalam menentukan bobot prioritas diperlukan data yang konsisten, sehingga diperlukan uji konsistensi dan diperoleh keputusan dari responden yang rasional. Uji konsistensi dilakukan untuk jumlah kriteria atau subkriteria lebih dari 2 atau $n > 2$, karena jika terdapat dua kriteria yang dibandingkan, maka kemungkinan yang muncul adalah kriteria i lebih penting dari kriteria j atau sebaliknya (Padmowati, 2015). Uji konsistensi terbagi menjadi dua tahap, yaitu:

a. Perhitungan *Consistency Index* (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (6)$$

dengan,

CI = nilai *Consistency Index*

λ_{max} = nilai eigen maksimum

n = banyaknya elemen yang dibandingkan

b. Perhitungan *Consistency Ratio* (CR)

Menggunakan nilai *Consistency Index* (CI), selanjutnya dihitung nilai *Consistency Ratio* (CR). Jika diperoleh nilai *Consistency Ratio* (CR) $\leq 0,1$ data dapat dinyatakan konsisten (Saaty, 2006). *Consistency Ratio* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini :

$$CR = \frac{CI}{IR} \quad (7)$$

dengan,

CR = *Consistency Ratio*

CI = *Consistency Index*

IR = *Index Random*

Nilai *Index Random* (IR) diperoleh melalui Tabel berikut (Saaty, 2006):

Tabel 2: Nilai Index Random (IR)

n	IR
1	0,00
2	0,00
3	0,52
4	0,89
5	1,11
6	1,25
7	1,35
8	1,40
9	1,45
10	1,49
11	1,52
12	1,54
13	1,56
14	1,58
15	1,59

7. Mengubah bobot penilaian perbandingan berpasangan kedalam bentuk TFN

Setelah data perbandingan berpasangan dinyatakan konsisten, selanjutnya nilai perbandingan berpasangan tiap elemen dari responden diubah kedalam bentuk *Triangular Fuzzy Number* (TFN). Mengubah nilai dari skala numerik ke dalam bentuk TFN mengikuti ketentuan pada Tabel berikut (Wang et al., 2017):

Tabel 3: Ketentuan Fungsi Keanggotaan Triangular Fuzzy Number

Skala Numerik	Fungsi Keanggotaan (l, m, u)
x	$\left(\frac{x+1}{4}, \frac{x+3}{4}, \frac{x+5}{4}\right)$

8. Perhitungan rata-rata geometrik

Dalam penelitian ini yang menggunakan hasil kuesioner responden sebagai salah satu data yang digunakan, akan memunculkan beberapa jawaban dan pendapat yang berbeda beda antar responden terhadap perbandingan yang sama, sehingga rata-rata geometrik digunakan untuk mendapatkan hasil penilaian akhir. Menurut Erginel dan Senturk (2011) rata-rata geometrik diperoleh dari akar pangkat n hasil perkalian dari data. Apabila data yang digunakan adalah x_1, x_2, \dots, x_n maka diperoleh rata-rata geometrik sebagai berikut:

$$\bar{y}_g = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i} = \left(\prod_{i=1}^n x_i\right)^{\frac{1}{n}} \quad (8)$$

dengan,

\bar{y}_g = rata-rata geometrik

x_i = data ke- i

n = banyak data

9. Menghitung nilai sintesis fuzzy

Menghitung nilai sintesis fuzzy menggunakan persamaan berikut (Chang, 1996) :

$$S_i = \sum_{j=1}^n T_{gi}^j \odot \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n T_{gi}^j \right]^{-1} \quad (9)$$

dimana,

$$\sum_{j=1}^n T_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^n l_j, \sum_{j=1}^n m_j, \sum_{j=1}^n u_j \right)$$

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n T_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n u_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n m_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n l_{ij}} \right)$$

dengan :

S_i = nilai sintesis fuzzy ke i

T_{gi}^j = nilai *triangular fuzzy number* untuk $i = 1, 2, 3, \dots, n$ dan $j = 1, 2, 3, \dots, n$

l = nilai domain terkecil (*lower*) dari *triangular fuzzy number*.

m = nilai domain (*medium*) dari *triangular fuzzy number*.

u = nilai domain terbesar (*upper*) dari *triangular fuzzy number*.

10. Menghitung derajat kemungkinan dari $T_i \geq T_j$.

Menghitung derajat kemungkinan dari $T_i(l_i, m_i, u_i) \geq T_j(l_j, m_j, u_j)$ menggunakan persamaan (10) dengan T_i dan T_j merupakan nilai syntesis fuzzy dengan $i = 1, 2, 3 \dots, n$ (Chang, 1996).

$$V(T_i \geq T_j) = \begin{cases} 1 & \text{, jika } m_i \geq m_j \\ 0 & \text{, jika } l_j \geq u_i \\ \frac{l_j - u_i}{(m_i - u_i) - (m_j - l_j)} & \text{, untuk nilai yang lain} \end{cases} \quad (10)$$

dimana,

$V(T_i \geq T_j)$ = derajat kemungkinan dari $S_i(l_i, m_i, u_i) \geq S_j(l_j, m_j, u_j)$.

S_i = nilai sintesis fuzzy i

S_j = nilai sintesis fuzzy j

11. Melakukan perbandingan nilai *fuzzy synthetic extent* dan nilai minimumnya

Perhitungan nilai fuzzy synthetic extent dan nilai minimumnya diperoleh menggunakan persamaan berikut :

$$V(T_i \geq T_1, T_2, \dots, T_k) = V[(T_i \geq T_1) \wedge (T_i \geq T_2) \wedge \dots \wedge (T_i \geq T_k)] \\ = \min V(T_i \geq T_k), \text{ dengan } k = 1, 2, 3, \dots, n; k \neq i \quad (11)$$

12. Perhitungan vektor bobot dan normalisasi vektor bobot

Menghitung vektor bobot bertujuan untuk memperoleh bobot dari setiap kriteria (Chang, 1996).

Misalkan:

$$d'(A_i) = \min V(T_i \geq T_k) \quad (12)$$

Untuk $k = 1, 2, 3, \dots, n; k \neq i$, maka bobot vektor didefinisikan sebagai berikut :

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (13)$$

dimana $A_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)$ dan n adalah kriteria atau elemen keputusan. Selanjutnya, normalisasi vektor bobot menggunakan persamaan berikut:

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (14)$$

dengan,

$$d(A_i) = \frac{d'(A_i)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)}$$

13. Menentukan bobot ketergantungan (*dependency*) antar subkriteria (W_{dj})

Dengan melakukan perhitungan yang sama dihasilkan bobot setiap subkriteria dengan ketergantungan. Data yang digunakan merupakan data perbandingan berpasangan dari pengisian oleh responden (Romadhay & Astuti, 2020).

14. Menentukan bobot akhir

Bobot akhir subkriteria diperoleh dengan mengalikan bobot subkriteria tanpa ketergantungan dengan bobot subkriteria yang memperhitungkan ketergantungan menggunakan persamaan (Romadhay & Astuti, 2020):

$$W_{ai} = W_{dj} \times W \quad (15)$$

dimana,

W_{ai} = Bobot akhir kriteria, dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$

W_{dj} = Bobot subkriteria dengan ketergantungan dengan $j = 1, 2, 3, \dots, n$

W = Bobot global subkriteria

METODE

RANCANGAN PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan observasi permasalahan yang akan diangkat, melakukan studi literatur untuk memperkuat pustaka mengenai bank dan lokasi bank. Selanjutnya disusun rumusan masalah mengenai bagaimana menentukan bobot kriteria dan subkriteria yang digunakan untuk pemilihan lokasi bank. Penyusunan kriteria dan subkriteria diperoleh berdasarkan studi literatur yang penulis laksanakan. Dilanjutkan dengan pengumpulan data dengan menentukan responden, dan pengolahan data menggunakan metode *Fuzzy Analytic Network Process (FANP)*, untuk memperoleh bobot akhir kriteria dan subkriteria.

TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Penelitian ini menggunakan data primer. Data primer dihasilkan dari pengisian kuesioner oleh pegawai bank berupa perbandingan berpasangan antar kriteria dan subkriteria. Responden dalam pengisian kuesioner penelitian ini adalah:

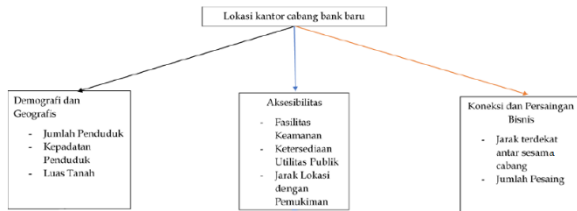
Tabel 4: Responden Penelitian

No	Instansi	Nomor Responden
1	Bank Central Asia	1-5
2	Bank Negara Indonesia	6-10
3	Bank Rakyat Indonesia	10-15
4	Bank Tabungan Negara	15-20

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penyusunan Struktur Hierarki

Adapun elemen yang disusun secara hierarki adalah kriteria dan subkriteria yang telah ditentukan dalam menentukan lokasi kantor cabang bank baru disajikan dalam Bagan berikut:



Bagan 1 : Struktur Hierarki FANP

2. Menyusun Matriks Perbandingan Berpasangan

Perbandingan berpasangan kriteria dan subkriteria dari seluruh responden selanjutnya dirata rata menggunakan rata-rata geometrik yang disajikan dalam Tabel 5 sampai Tabel 8 berikut:

- K1 = Kriteria Demografi dan Geografis
 K2 = Kriteria Aksesibilitas
 K3 = Kriteria Koneksi dan Persaingan Bisnis
 SK1 = Subkriteria Jumlah Penduduk
 SK2 = Subkriteria Kepadatan Penduduk
 SK3 = Subkriteria Luas Tanah
 SK4 = Subkriteria Fasilitas Keamanan
 SK5 = Subkriteria Ketersediaan Utilitas Publik
 SK6 = Subkriteria Jarak Lokasi dengan Pemukiman
 SK7 = Subkriteria Jarak Terdekat Antar Sesama Cabang
 SK8 = Subkriteria Jumlah Pesaing

Tabel 5: Matriks perbandingan berpasangan antar kriteria

Kriteria j \ Kriteria i	K1	K2	K3
K1	1	0,554	0,736
K2	1,804	1	1,258
K3	1,359	0,795	1
Rata-rata	4,163	2,349	2,994

Tabel 6: Matriks perbandingan berpasangan antar subkriteria pada kriteria demografi dan geografis

SK j \ SK i	SK1	SK2	SK3
SK1	1	0,910	1,049
SK2	1,099	1	0,675
SK3	0,953	0,795	1
Rata-rata	3,052	3,392	2,724

Tabel 7: Matriks perbandingan berpasangan antar subkriteria pada kriteria aksesibilitas

SK j \ SK i	SK4	SK5	SK6
SK4	1	0,995	0,898
SK5	1,005	1	0,507
SK6	1,113	1,974	1
Rata-rata	3,118	3,968	2,405

Tabel 8: Matriks perbandingan berpasangan antar subkriteria pada kriteria koneksi dan persaingan bisnis

SK j \ SK i	SK7	SK8
SK7	1	1,589
SK8	0,629	1
Rata-rata	1,629	2,589

3. Menghitung Matriks Normalisasi

Menggunakan persamaan (3) dan (4) diperoleh matriks normalisasi sebagai berikut:

Tabel 9: Normalisasi kriteria dan subkriteria

Kriteria/ Subkriteria	Normalisasi
K1	0,241
K2	0,426
K3	0,333
SK1	0,327
SK2	0,301
SK3	0,372
SK4	0,315
SK5	0,262
SK6	0,423
SK7	0,614
SK8	0,386

4. Menghitung Nilai Eigen Maksimum (λ_{max})

Membentuk matriks C dan menggunakan persamaan (5) diperoleh nilai eigen maksimum dari setiap perbandingan berpasangan antar kriteria adalah 3, antar subkriteria pada kriteria demografi dan geografis adalah 3,032, antar subkriteria pada kriteria aksesibilitas adalah 3,037, antar subkriteria pada kriteria koneksi dan persaingan bisnis adalah 2.

5. Uji Konsistensi Data Perbandingan Berpasangan

- Data perbandingan berpasangan antar kriteria diperoleh nilai $CI = \frac{3,000-3}{3-1} = 0$, nilai $CR = \frac{0}{0,52} = 0$, karena $CR \leq 0,1$ maka data konsisten.
- Data perbandingan berpasangan antar subkriteria pada kriteria demografi dan geografis diperoleh nilai $CI = 0,016$, nilai $CR = 0,031$, karena $CR \leq 0,1$ maka data konsisten.
- Data perbandingan berpasangan antar subkriteria pada kriteria aksesibilitas diperoleh nilai $CI = 0,019$, nilai $CR = 0,036$, karena $CR \leq 0,1$ maka data konsisten.
- Data perbandingan berpasangan antar subkriteria pada kriteria koneksi dan persaingan bisnis dinyatakan konsisten karena $n \leq 2$.

6. Mengubah Bobot Penilaian yang Telah Konsisten Kedalam Bentuk TFN dan Menghitung Rata-Rata Geometrik

Matriks perbandingan berpasangan yang telah konsisten dirubah kedalam bentuk TFN menggunakan ketentuan pada Tabel 3 dan dicari rata-rata geometriknya menggunakan persamaan (8) diperoleh dengan rincian ($l; m; u$):

Tabel 10: Rata-rata geometrik antar kriteria

Kriteria	K1	K2	K3	Jumlah
K1	(1;1;1)	(0,484; 0,688; 0,912)	(0,700; 0,864; 1,038)	(2,183; 2,552; 2,950)
K2	(1,096; 1,454; 2,068)	(1;1;1)	(0,803; 1,104; 1,390)	(2,926; 3,559; 4,458)
K3	(0,889; 1,157; 1,611)	(0,719 ; 0,905; 1,204)	(1;1;1)	(2,608; 3,062; 3,815)
Jumlah				(7,718; 9,173; 11,224)

Tabel 11: Rata-rata geometrik antar subkriteria pada kriteria demografi dan geografis

SK	SK1	SK2	SK3	Jumlah
SK1	(1;1;1)	(0,688; 0,957; 1,241)	(0,689; 1,004; 1,318)	(2,337; 2,961; 3,559)
SK2	(0,506; 1,045; 1,454)	(1;1;1)	(0,614; 0,806; 1,045)	(2,420; 2,852; 3,498)
SK3	(0,759; 0,996; 1,451)	(0,953; 1,234; 1,619)	(1;1;1)	(2,712; 3,230; 4,070)
Jumlah				(7,509; 9,043; 11,127)

Tabel 12: Rata-rata geometrik antar subkriteria pada kriteria aksesibilitas

SK	SK4	SK5	SK6	Jumlah
SK4	(1;1;1)	(0,682; 1,011; 1,369)	(0,697; 0,965; 1,250)	(2,378; 2,967; 3,618)
SK5	(0,731; 0,990; 1,467)	(1;1;1)	(0,521; 0,729; 0,963)	(2,251; 2,719; 3,430)
SK6	(0,789; 1,036; 1,426)	(1,039; 1,365; 1,909)	(1;1;1)	(2,827; 3,401; 4,335)
Jumlah				(7,457; 9,087; 11,384)

Tabel 13: Rata-rata geometrik antar subkriteria pada kriteria koneksi dan persaingan bisnis

SK	SK7	SK8	Jumlah
SK7	(1;1;1)	(0,878; 1,240; 1,610)	(1,878; 2,240; 2,610)
SK8	(0,567; 0,733; 1,035)	(1;1;1)	(1,567; 1,733; 2,035)
Jumlah			(3,445; 3,973; 4,664)

7. Menghitung Nilai Sintesis Fuzzy

Menggunakan persamaan (9) diperoleh nilai sintesis fuzzy sebagai berikut:

Tabel 14: Nilai sintesis fuzzy antar kriteria

Kriteria	Nilai sintesis fuzzy		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
K1	0,195	0,278	0,382
K2	0,261	0,388	0,578
K3	0,232	0,334	0,494

Tabel 15: Nilai sintesis fuzzy antar subkriteria pada kriteria demografi dan geografis

Subkriteria	Nilai sintesis fuzzy		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
SK1	0,214	0,327	0,474
SK2	0,217	0,315	0,466
SK3	0,244	0,357	0,542

Tabel 16: Nilai sintesis fuzzy antar subkriteria pada kriteria aksesibilitas

Subkriteria	Nilai sintesis fuzzy		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
SK4	0,209	0,327	0,485
SK5	0,198	0,299	0,460
SK6	0,248	0,374	0,581

Tabel 17: Nilai sintesis fuzzy antar subkriteria pada kriteria koneksi dan persaingan bisnis

Subkriteria	Nilai sintesis fuzzy		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
SK7	0,404	0,564	0,758
SK8	0,337	0,436	0,591

8. Menghitung Derajat Kemungkinan

Menggunakan persamaan (10), selanjutnya dihitung derajat kemungkinan dari masing masing perbandingan berpasangan, dilanjutkan dengan perhitungan nilai fuzzy *synthetic extend* yaitu mencari nilai minimum

dari derajat keanggotaan yang ditampilkan pada Tabel 18 sampai Tabel 22 berikut:

Tabel 18: Derajat kemungkinan antar kriteria dan nilai minimumnya

$S_i \geq$	S_j	$V(S_i \geq S_j)$	$\min V(S_i \geq S_j)$
$S_1 \geq$	S_2	0,526	0,526
	S_3	0,729	
$S_2 \geq$	S_1	1	1
	S_3	1	
$S_3 \geq$	S_1	1	0,812
	S_2	0,812	

Tabel 19: Derajat kemungkinan antar subkriteria pada kriteria demografi dan geografis dan nilai minimumnya

Pada perhitungan ini, misalkan:

- S1 = Nilai Sintesis fuzzy dari Jumlah Penduduk
- S2 = Nilai Sintesis fuzzy dari Kepadatan Penduduk
- S3 = Nilai Sintesis fuzzy dari Luas Tanah

$S_i \geq$	S_j	$V(S_i \geq S_j)$	$\min V(S_i \geq S_j)$
$S_1 \geq$	S_2	1	0,885
	S_3	0,885	
$S_2 \geq$	S_1	0,524	0,524
	S_3	0,841	
$S_3 \geq$	S_1	1	1
	S_2	1	

Tabel 20: Derajat kemungkinan antar subkriteria pada kriteria aksesibilitas dan nilai minimumnya

Pada perhitungan ini, misalkan:

- S1 = Nilai Sintesis fuzzy dari Fasilitas Keamanan
- S2 = Nilai Sintesis fuzzy dari Ketersediaan Utilitas Publik
- S3 = Nilai Sintesis fuzzy dari Jarak Lokasi dengan Pemukiman

$S_i \geq$	S_j	$V(S_i \geq S_j)$	$\min V(S_i \geq S_j)$
$S_1 \geq$	S_2	1	0,832
	S_3	0,832	
$S_2 \geq$	S_1	0,427	0,479
	S_3	0,738	
$S_3 \geq$	S_1	1	1
	S_2	1	

Tabel 21: Derajat kemungkinan antar subkriteria pada kriteria aksesibilitas dan nilai minimumnya

Pada perhitungan ini, misalkan:

- S1 = Nilai Sintesis fuzzy dari Jarak Terdekat Antar Sesama Cabang
- S2 = Nilai Sintesis fuzzy dari Jumlah Pesaing

$S_i \geq$	S_j	$V(S_i \geq S_j)$
$S_1 \geq$	$S_1 \geq$	1
$S_1 \geq$	$S_1 \geq$	0,085

9. Perhitungan Vektor Bobot dan Normalisasi Vektor Bobot

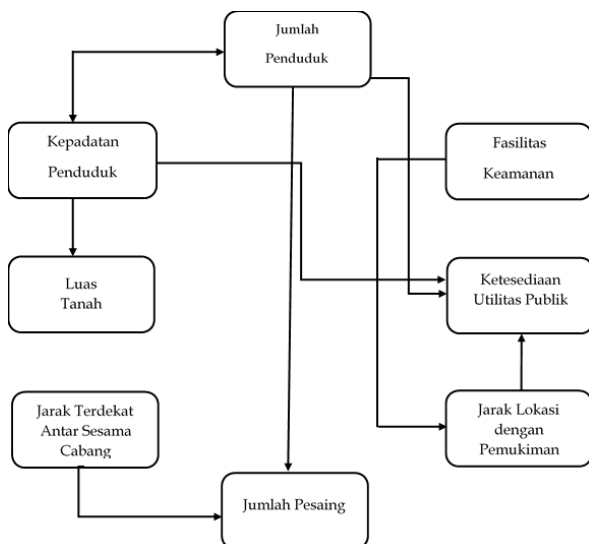
Menggunakan persamaan (12) sampai (14) diperoleh bobot kriteria, subkriteria, dan bobot global. Dimana bobot global merupakan bobot akhir subkriteria tanpa ketergantungan yang merupakan hasil kali bobot masing masing subkriteria dengan bobot kriteria yang memuat subkriteria tersebut, yang disajikan dalam Tabel 22 berikut:

Tabel 22: Bobot kriteria dan subkriteria

Kriteria	Bobot	Subkriteria	Bobot	Bobot Global
K1	0,225	SK 1	0,367	0,083
		SK 2	0,217	0,049
		SK 3	0,415	0,093
K2	0,428	SK 4	0,360	0,154
		SK 5	0,207	0,089
		SK 6	0,433	0,185
K3	0,347	SK 7	0,921	0,320
		SK 8	0,079	0,027

10. Perhitungan Bobot Subkriteria dengan Ketergantungan (*dependency*)

Penentuan bobot subkriteria dengan ketergantungan ditampilkan pada Bagan berikut:



Bagan 2: Subkriteria dengan ketergantungan *dependency*

Bobot subkriteria dengan ketergantungan dihitung menggunakan langkah-langkah yang sama seperti mencari bobot tanpa ketergantungan. Data yang digunakan juga berasal dari nilai perbandingan berpasangan oleh responden. Bobot subkriteria dengan ketergantungan ditampilkan dalam Tabel 23 berikut:

Tabel 23: Bobot subkriteria dengan ketergantungan (*dependency*)

Subkriteria	K1			K2			K3	
	SK 1	SK 2	SK 3	SK 4	SK 5	SK 6	SK 7	SK 8
K1	SK 1	0,500	0,500		0,147			0,264
	SK 2	0,500	0,500	0,500	0,191			
	SK 3			0,500				
K2	SK 4			1,000		0,500		
	SK 5				0,294			
	SK 6				0,368	0,500		
K3	SK 7						1,000	0,404
	SK 8							0,332

11. Menghitung Bobot Akhir

Bobot akhir subkriteria diperoleh dengan menggunakan persamaan (15), dimana mengalikan bobot global dengan bobot subkriteria dengan ketergantungan diperoleh bobot akhir subkriteria sebagai berikut:

Tabel 24: Bobot Akhir

Kriteria	Subkriteria	Bobot Akhir
Demografi dan Geografis	Jumlah Penduduk	0,086
	Kepadatan Penduduk	0,129
	Luas Tanah	0,047
Aksesibilitas	Fasilitas Keamanan	0,247
	Ketersediaan Utilitas Publik	0,026
	Jarak Lokasi dengan Pemukiman	0,125
Koneksi dan Persaingan Bisnis	Jarak Terdekat Antar Sesama Cabang	0,331
	Jumlah Pesaing	0,009

PENUTUP

SIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan analisis yang telah dilaksanakan diperoleh hasil bahwa, menentukan lokasi kantor cabang bank baru dapat menggunakan metode *Fuzzy Analytic Network Process* untuk menentukan bobot kriteria dan subkriteria. Dalam penelitian ini juga diperhitungkan hubungan atau keterkaitan antar subkriteria *dependency* baik *inner dependence* maupun *outer dependence*. Menentukan bobot kriteria dan subkriteria dimulai dari menyusun matriks perbandingan berpasangan antar elemen, menguji konsistensi, mengubah data yang telah konsisten ke skala *fuzzy* menggunakan *Triangular Fuzzy Number*, sampai diperoleh bobot akhir kriteria dan subkriteria baik tanpa ketergantungan dan menggunakan ketergantungan.

Berdasarkan perhitungan menggunakan metode FANP diperoleh bobot akhir untuk subkriteria jumlah penduduk sebesar 0,086, subkriteria kepadatan penduduk sebesar 0,129, subkriteria luas tanah sebesar 0,047, subkriteria fasilitas keamanan sebesar 0,247, subkriteria ketersediaan utilitas publik sebesar 0,026, subkriteria jarak lokasi dengan pemukiman sebesar 0,125, subkriteria jarak terdekat antar sesama cabang sebesar 0,331, subkriteria jumlah pesaing sebesar 0,009.

SARAN

Pada penelitian selanjutnya, dapat menentukan kriteria dan subkriteria yang lebih lengkap. Dalam melakukan perhitungan menggunakan metode *Fuzzy Analytic Network Process*, terdapat banyak tahapan dan data yang digunakan. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan atau menciptakan software atau aplikasi perhitungan metode *Fuzzy Analytic Network Process* menggunakan aplikasi pemrograman *python* atau yang lain, sehingga keakuratan hasil dapat lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, R., Muslim, M. A., & Hasanah, R. N. (2016). Analisis Metode Fuzzy Analytical Network Process untuk Sistem Pengambilan Keputusan Pemeliharaan Jalan. In *JNTETI* (Vol. 5, Issue 2).
- Chang, D.-Y. (1996). Theory and Methodology: Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(95), 649–655.
- Darmawan, D. P. (2018). *Analytic Network Process Untuk Pengambilan Keputusan dalam Lingkungan Bisnis yang Kompleks*.
- Erginel, N., & Senturk, S. (2011). *Ranking of the GSM Operators with Fuzzy ANP* (Vol. 2). Newswood Ltd.
- Nopitasari, E. (2017). Pengaruh Lokasi, Produk, Reputasi, Dan Pelayanan Terhadap Keputusan Mahasiswa Iain Surakarta Menggunakan Bank Syariah. *Iainska Repository*.
- Padmowati, R. de L. E. (2015). Pengukuran Index Konsistensi Dalam Proses Pengambilan Keputusan Menggunakan Metode AHP. *Seminar Nasional Informatika*, 1(5), 80–84. <https://jurnal.unsur.ac.id/mjinformatika/article/view/1193>
- Puspitasari, D. (2009). *Penerapan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process dalam Penentuan Kriteria Penilaian Performa Vendor (Studi Kasus PT.X)*.
- Romadhay, A., & Astuti, Y. P. (2020). Penerapan Fuzzy Analytic Network Process (Fanp) Untuk Penentuan Prioritas Kriteria Pada Pemilihan Mahasiswa Berprestasi Di Unesa. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 8(2).
- Saaty, T. L. (2006). The analytic network process. In *International Series in Operations Research and Management Science* (Vol. 95, pp. 1–26). Springer New York LLC. https://doi.org/10.1007/0-387-33987-6_1
- Savira, G. N., & Astuti, Y. P. (2019). Penerapan Metode Fuzzy Analytic Network Process (Fanp) Pada Penentuan Penerima Beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) Di FMIPA Unesa. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 7(3).
- Sulistyowati, A., & Juniati, D. (2020). Pemilihan Lokasi Puskesmas Baru Di Kabupaten Sidoarjo Menggunakan Metode Fuzzy Analytical Network Process (FANP). *J. Ris. & Ap. Mat*, 04(02), 115–136.
- Sunarsip, *Analisis atas Deregulasi, Krisis, dan Restrukturasi Perbankan di Indonesia dengan Pendekatan Teori Polizatto dan William E. Alexander*, hlm.11. (<http://www.iei.or.id/publicationfiles/Analisis%20atas%20Deregulasi%20,%20Krisis,%20dan%20Restrukturasi%20Perbankan%20di%20Indonesia.pdf>), Diakses 25 Mei 2023.
- Syavitra, R. (2009). *Analisis Lokasi Nasabah Potensial Bank Nagari Di Kota Depok*.
- Wang, K. J., Lestari, Y. D., & Tran, V. N. B. (2017). Location Selection of High-tech Manufacturing Firms by a Fuzzy Analytic Network Process: A Case Study of Taiwan High-tech Industry. *International Journal of Fuzzy Systems*, 19(5), 1560–1584. <https://doi.org/10.1007/s40815-016-0264-z>