

# Sistem Rekomendasi Pemilihan Tanah Kavling Menggunakan Metode Fuzzy-Analytic Hierarchy Process

Anik Vega Vitianingsih <sup>1\*</sup>, Renaldi Dwi Kasiadi <sup>2</sup>, Anastasia Lidya Maukar <sup>3</sup>, Anindo Saka Fitri <sup>4</sup>, Arizia Aulia Aziiza <sup>5</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Informatika, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya, Jawa Timur

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Industri, Universitas Presiden, Bekasi

<sup>4</sup> Program Studi Sistem Informasi, UPN "Veteran", Surabaya, Jawa Timur

<sup>5</sup> Program Studi Teknik Informatika, Universitas Surabaya, Jawa Timur

Email: <sup>1\*</sup> vega@unitomo.ac.id, <sup>2</sup> renaldienol86@gmail.com, <sup>3</sup> almaukar@president.ac.id,

<sup>4</sup> anindo.saka.si@upnjatim.ac.id, <sup>5</sup> ariziaaulia@staff.ubaya.ac.id

(Naskah masuk: 28 Des 2022, direvisi: 21 Feb 2023, diterima: 28 Feb 2023)

## Abstrak

Meningkatnya permintaan jual beli tanah kavling menjadi tantangan bagi pelanggan untuk membuat keputusan yang sesuai dengan preferensi dan kendala keuangan mereka. Selain itu, konsumen seringkali tidak memiliki cukup waktu untuk menyelidiki plot yang mereka minati sebelum mengambil keputusan pembelian. Penelitian ini akan memberikan sistem rekomendasi berdasarkan permasalahan tersebut. Penerapan metode AHP yang dipadukan dengan metode *fuzzy* atau yang lebih dikenal dengan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP) digunakan untuk memberikan pilihan alternatif pada tanah kavling yang berbeda. Metode FAHP dipilih untuk menutupi kelemahan pada AHP terkait dengan permasalahan kriteria yang lebih bersifat subjektif. Parameter yang digunakan berdasarkan persil tanah meliputi harga, jenis, kondisi, fasilitas dan legalitas. Hasil pengujian metode FAHP dilakukan sebanyak 15 kali dengan berbagai kriteria penentuan bobot agar bekerja dengan baik dengan nilai akurasi 93%, presisi 100%, *recall* 93%, dan *F1-score* 96%. Berdasarkan hasil temuan, prosedur dan algoritma yang diterapkan mampu menghasilkan rekomendasi yang paling berguna untuk kemungkinan menghasilkan alternatif terbaik bagi konsumen dalam memilih alternatif tanah kavling terbaik.

Kata Kunci: Tanah Kavling, Sistem Pendukung Keputusan, FAHP, Sistem Rekomendasi

## *Recommendation System for Land Plot Selection Using the Fuzzy-AHP Method*

### *Abstract*

*The increasing demand for land plots is a challenge for customers to decide according to their preferences and financial constraints. In addition, consumers often do not have enough time to investigate the plots they are interested in before making a purchase decision. This research will provide a recommendation system based on these problems. Applying the AHP method combined with the fuzzy method or the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) is used to provide choices for different plots of land. The FAHP method was chosen to cover weaknesses in AHP related to more subjective criteria problems. Parameters used based on land parcels include price, type, condition, facilities, and legality. The results of testing the FAHP method were carried out 15 times with various weighting criteria so that it works well with an accuracy of 93%, 100% precision, 93% recall, and 96% F1-score. Based on the findings, the procedures and algorithms can produce the most useful recommendations for the possibility of producing the best alternative for consumers in choosing the best alternative plots of land.*

*Keywords: Plot Land, Decision Support System, FAHP, Recommendation System*

## I. PENDAHULUAN

Tanah merupakan kebutuhan pokok yang sangat dibutuhkan bagi kehidupan seluruh manusia, karena tanah merupakan salah satu unsur utama bagi kelangsungan hidup dan kehidupan manusia sepanjang masa, dengan tujuannya adalah dipergunakan untuk tercapainya kemakmuran bagi seluruh rakyat yang terbagi secara merata baik secara materil maupun spritual [1]. Dalam hal ini jual beli merupakan salah satu cara yang dilakukan oleh masyarakat untuk menghadirkan berbagai barang maupun kebutuhan lainnya yang dibutuhkan masyarakat. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan jual beli tanah kavling, sering kali membuat konsumen kesulitan untuk menentukan pilihan yang sesuai dengan keinginan dan ekonomi mereka. Selain itu, konsumen kadang kala tidak memiliki waktu yang cukup untuk mencari informasi tentang tanah kavling yang akan dibelinya ke setiap kantor pemasaran dari *developer*.

Studi literatur pada penelitian sebelumnya menggunakan metode ELECTRE untuk menentukan pemilihan rumah dengan menggunakan parameter harga, lokasi serta luas rumah dengan menghasilkan alternatif dari data ranking perumahan Griya Permata tipe 45 mendapatkan nilai 1 dan menjadi alternatif perumahan terbaik dari penilaian yang sudah dilakukan [2]. Studi berikutnya menggunakan metode SAW dengan menghasilkan informasi mengenai alternatif tanah terbaik dengan menggunakan parameter harga, luas tanah, jarak dan fasilitas [3]. Penelitian yang melakukan pengembangan model untuk menentukan tujuan dengan menerapkan metode AHP dan Topsis untuk memberikan keluaran yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan. Kombinasi dari metode tersebut mendapatkan hasil yang lebih baik dari sebelumnya dengan akurasi yang lebih sempurna [4]. Berdasarkan dari studi literatur diatas, dapat disimpulkan bahwa belum adanya penelitian yang menggunakan metode FAHP dengan menggunakan kriteria harga, tipe, lokasi, fasilitas dan legalitas. Diharapkan dengan adanya perubahan dan penambahan parameter bisa memberikan hasil yang lebih baik lagi.

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan implementasi pada metode *Fuzzy AHP* untuk rekomendasi pemilihan tanah kavling dengan studi kasus di Surabaya Barat dengan kriteria harga, tipe, lokasi, fasilitas dan legalitas. Metode yang digunakan adalah *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* berdasarkan parameter harga, tipe, lokasi, fasilitas dan legalitas. Metode FAHP adalah gabungan dari metode AHP dengan pendekatan konsep *fuzzy* dengan melakukan perbandingan berpasangan, baik kriteria maupun alternatif dilakukan melalui variabel linguistik yang diwakilkan dengan penomoran triangular [5]. Dengan menggunakan metode FAHP dapat memaksimalkan tingkat subjektivitas dalam pengambilan keputusan. Meningkatkan akurasi dari penggabungan antara metode AHP yang hanya dapat digunakan untuk Persamaan Linear dan *Fuzzy* agar didapatkan hasil lebih baik.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Sistem Pendukung Keputusan

Sistem pendukung keputusan adalah sistem komputer yang terdiri dari tiga komponen yang saling berinteraksi, yaitu sistem bahasa untuk menyediakan komunikasi antara pengguna dan komponen lain dari sistem pendukung keputusan. Sistem pengetahuan sebagai penyimpanan pengetahuan yang mengenai masalah yang ada dalam suatu sistem pendukung keputusan baik berupa data maupun informasi [6]. Penerapan sistem pendukung keputusan dapat membantu konsumen dalam menghasilkan keputusan untuk melakukan pembelian tanah kavling. Saat ini banyak aplikasi-aplikasi yang digunakan oleh masyarakat dalam memberikan keputusan yang tepat dalam menyelesaikan permasalahan.

### B. Analytic Hierarchy Process

AHP dapat diartikan sebagai penguraian masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub-kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Kemudian tingkat kepentingan setiap variabel diberi nilai numerik secara subjektif tentang arti penting variabel tersebut secara relatif dibandingkan dengan variabel lain [7].

### C. Fuzzy

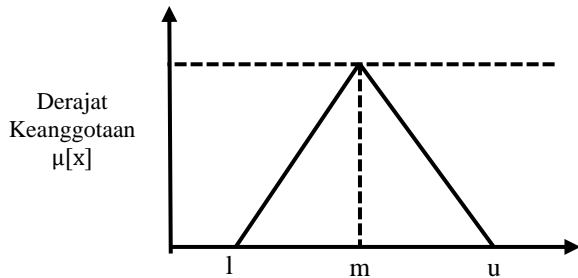
*Fuzzy* merupakan kata sifat yang berarti kabur atau tidak jelas. Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan ruang *input* ke dalam suatu ruang *output* [8]. Bilangan *fuzzy* segitiga yang disusun dari himpunan linguistik digunakan untuk menentukan derajat keanggotaan pada F-AHP. Jadi, bilangan dengan tingkat intensitas kepentingan pada AHP ditransformasikan ke dalam himpunan skala TFN. Representasi bilangan TFN mempunyai tiga buah parameter, yaitu  $a, b, c$  dengan  $a < b < c$ , dinyatakan dengan segitiga  $(x; a, b, c)$ .

### D. Fuzzy Analytic Hierarchy Process

F-AHP merupakan gabungan metode AHP dengan pendekatan konsep *fuzzy*. FAHP menutupi kelemahan yang terdapat pada AHP, yaitu permasalahan terhadap kriteria yang memiliki sifat subjektif lebih banyak. Ketidakpastian bilangan direpresentasikan dengan urutan skala [5]. FAHP adalah metode kedua yang paling sering digunakan dengan teknik dalam mode yang berdiri secara tunggal setelah metode AHP [9]. FAHP sering digunakan terutama pada bidang industri dan sektor pemerintahan di mana metode tersebut sebagian besar diterapkan di sebagai seleksiserta evaluasi evaluasi [10]. Proses pembobotan kriteria atau sub kriteria dengan metode FAHP membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dibanding proses pada metode AHP. Akan tetapi metode FAHP memiliki keunggulan lebih cepat pada saat proses pembobotan alternatif [11]. Untuk menentukan derajat keanggotaan pada F-AHP, digunakan aturan fungsi dalam

bentuk *Triangular Fuzzy Number* (TFN) yang disusun berdasarkan himpunan linguistik.

Rasio *fuzzy* yang disebut TFN digunakan dalam proses fuzzifikasi. TFN terdiri dari tiga fungsi keanggotaan, yaitu nilai terendah (l), nilai tengah (m), dan nilai tertinggi (u). Fungsi keanggotaan segitiga merupakan gabungan antara dua garis (*linear*). Ada beberapa cara yang dapat dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan pembobotan F-AHP [12].



Gambar 1. Fungsi Keanggotaan Segitiga

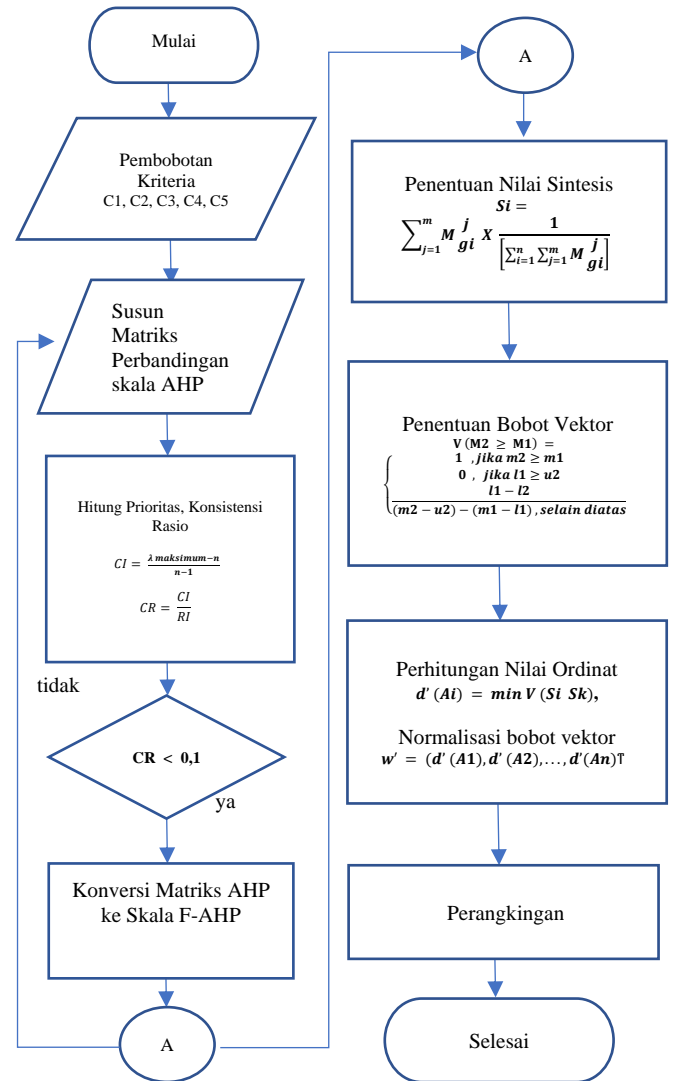
Pada Gambar 1 menjelaskan representasi yang digunakan adalah representasi kurva segitiga dengan skala *fuzzy* seperti yang digunakan Chang tentang pendefinisian nilai intensitas AHP ke dalam skala *fuzzy* segitiga yaitu membagi tiap himpunan *fuzzy* dengan 2, kecuali untuk intensitas kepentingan 1 [13].

**III. METODE PENELITIAN**

Dalam pembuatan sistem terdapat beberapa proses yang dilakukan. Sebagian notasi pada *system flowchart* memiliki kesamaan dengan notasi yang ada pada *document flow* seperti *terminator* (*start/end*) [8]. Logika *fuzzy* digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah yang kompleks dengan menambahkan fungsi *input* baru pada sistem *fuzzy* dimana sistem tersebut bekerja berdasarkan prinsip dan aturan yang terkait dengannya. Suatu proses untuk memetakan ruang *input* ke dalam ruang *output* [14]. Proses ini bertujuan agar dalam pembuatan sistem lebih jelas mengenai alur apa saja yang akan dilakukan oleh pengguna. Proses digambarkan dalam dua aliran *flowchart* yaitu, aliran proses *user* dengan menggunakan metode FAHP dan proses admin. Proses dapat dilihat pada Gambar 2.

*User* melakukan pembobotan pada kriteria, selanjutnya sistem menyusun matriks perbandingan dengan skala AHP dan perhitungan konsistensi rasio, jika hasil kurang dari 0,1 maka akan diarahkan untuk melakukan pembobotan ulang. Nilai dari bobot kriteria akan di konversi ke skala TFN. Dalam pendefinisian logika *fuzzy* dapat disimpulkan, nilai keanggotaan antara 0 dan 1. Artinya suatu situasi dapat memiliki dua nilai “Ya dan Tidak”, “Benar dan Salah”, “Baik dan Buruk”, “secara bersamaan, tetapi besarnya nilai tergantung pada bobot anggota yang dikaitkan dengannya [8]. Perhitungan dilanjutkan dengan mencari nilai sintesis dan nilai *vector*. Normalisasi bobot *vector* dan dilanjutkan perhitungan untuk mendapatkan nilai akhir. Hasil dengan nilai

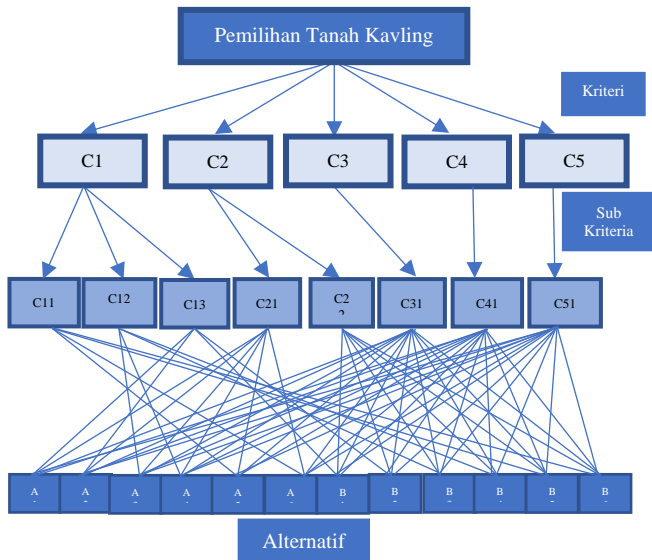
akhir paling tinggi merupakan rekomendasi terbaik yang disarankan untuk konsumen.



Gambar 2. Flowchart FAHP

Formulasi kecerdasan buatan yang digunakan dalam penelitian bertujuan untuk menghasilkan alternatif berdasarkan data yang sudah di-*input*-kan oleh *user* dan admin. Metode FAHP digunakan ketika nilai konsistensi rasio yang didapatkan dengan skala AHP sudah tercapai. Tahap pertama dilakukan dengan menyusun struktur hirarki hasil dari pemetaan data alternatif dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan struktur hirarki Gambar 3 dilakukan pemetaan dari setiap kriteria dan menentukan sub-kriteria. Hasil dari pembuatan struktur hirarki, maka didapatkan kriteria harga, tipe, kondisi, fasilitas dan legalitas dengan inisial atribut C1 sampai dengan C5. Setelah didapatkan hasil dari perbandingan matriks berpasangan secara AHP, selanjutnya mencari konsistensi rasio dengan nilai dibawah 0,1 sehingga pengonversian perbandingan matriks dari AHP ke F-AHP menggunakan skala TFN yang didefinisikan pada tabel (2).



Gambar 3. Struktur Hirarki

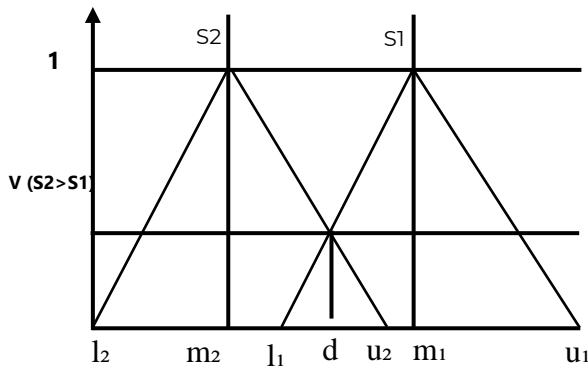
Hasil pengkoversian skala TFN selanjutnya dilakukan dengan menentukan nilai dari sintesis fuzzy yang didefinisikan pada persamaan (1).

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j \text{ (Jumlah Baris)} = (\sum_{j=1}^m L_j, \sum_{j=1}^m M_j, \sum_{j=1}^m U_j) \quad (1)$$

Dimana jumlah dari baris  $L, M, U$  didapat dari kolom pada seluruh kriteria. Setiap baris akan dijumlahkan keseluruhan tiap-tiap kolom kriteria. Setelah mendapatkan nilai sintesis, selanjutnya melakukan penentuan nilai vektor yang didefinisikan pada persamaan (2).

$$M2 = (l2, m2, u2) \geq M1 = (l1, m1, u1) \quad (2)$$

Dimana nilai sintesis tiap kriteria dilakukan perbandingan dengan nilai sintesis kriteria lainnya. Jika telah didapatkan nilai  $S_i$ , maka dapat didefinisikan menjadi nilai vector ( $V$ ) dan dicari nilai paling minimum. Derajat keanggotaan segitiga digunakan untuk mencari nilai ordinat dari perbandingan nilai sintesis tiap kriteria yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Perpotongan Antara  $M2$  dan  $M1$

Dimana pendefinisian nilai ordinat dan bobot vektor dengan persamaan (3).

$$d'(Ai) = \min V(Si Sk) \quad (3)$$

Dari hasil penentuan nilai ordinat maka didapatkan nilai bobot vektor dari setiap kriteria. Selanjutnya nilai dari bobot vector ( $W'$ ) didapat dengan menjumlahkan keseluruhan elemen dari nilai ordinat  $d'$ . Nilai  $W'$  didapat dari pendefinisian pada persamaan (4).

$$W' = (d'(C1), d'(C2), d'(C3), d'(C4), d'(C5)) \quad (4)$$

Selanjutnya nilai akhir dari bobot ternormalisasi yang diperoleh dari tiap kriteria dibagi dengan jumlah keseluruhan dari nilai ordinat yang didefinisikan pada persamaan (5).

$$W = (d(C1), d(C2), d(C3), d(C4), d(C5)) \quad (5)$$

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Pembobotan Kriteria dan Sub-Kriteria

Pembobotan terhadap sub kriteria berdasarkan nilai antara 0 sampai 1. Nilai dari pembobotan sub-kriteria didapatkan dari pemetaan data dari setiap kriteria yang disediakan. Uraian dari nilai kepentingan sub kriteria dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penilaian Sub Kriteria

Kriteria	Sub Kriteria	Nilai Sub Kriteria
C1-Harga	85 juta	0,75
	120 juta	0,5
	135 juta	0,25
C2-Tipe	A	0,75
	B	0,5
C3-Kondisi	Padat Penduduk, Siap Bangun	0,25
C4-Fasilitas	PDAM, PLN, Lokasi Strategis, Full Paving	0,25
C5-Legalitas	Free IJB Notaris, Free Balik Nama	0,25

Pembobotan kriteria didapat dari nilai kepentingan berdasarkan metode AHP yang akan dikonversikan ke perhitungan FAHP dan nilai dari konsistensi rasio harus kurang dari 0,1.

Tabel 2. Matriks Perbandingan Metode AHP

Antar Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	3	5	3	5
C2	0,333	1	3	3	5
C3	0,2	0,333	1	0,5	3
C4	0,333	0,333	2	1	3

Antar Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5
C5	0,2	0,2	0,333	0,333	1
<b>Jumlah</b>	<b>2,067</b>	<b>4,867</b>	<b>11,333</b>	<b>7,833</b>	<b>17</b>

Dari hasil pengolahan matriks perbandingan berpasangan secara AHP, maka didapat nilai dari Konsistensi Rasio = 0,075. Sehingga konversi perbandingan matriks dari AHP ke skala TFN dapat dilakukan pada proses berikutnya.

**B. Konversi Matriks AHP ke Skala F-AHP**

Setelah nilai konsistensi rasio didapatkan, selanjutnya dilanjutkan dengan pengkonversian nilai pembobotan yang didapat dari nilai AHP ke FAHP dengan skala TFN. Nilai AHP dikonversikan sesuai dengan himpunan linguistik yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Konversi Matriks AHP ke FAHP

TFN	C1			C2			C3			C4			C5		
	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U
C1	1	1	1	1	1,5	2	2	2,5	3	1	1,5	2	2	2,5	3
C2	0,5	0,67	1	1	1	1	1	1,5	2	1	1,5	2	2	2,5	3
C3	0,33	0,4	0,5	0,5	0,67	1	1	1	1	0,67	1	1	1	1,5	2
C4	0,5	0,67	1	0,5	0,67	1	0,5	1	1,5	1	1	1	1	1,5	2
C5	0,33	0,4	0,5	0,33	0,4	0,5	0,5	0,67	1	0,5	0,67	1	1	1	1

Melakukan konversi hasil pembobotan nilai AHP ke dalam bilangan fuzzy menggunakan skala Triangular Fuzzy Number yang sudah diuraikan pada Tabel 1.

**C. Penentuan Nilai Sintesis**

Perhitungan dimulai dari menjumlahkan baris dari setiap kolom L, M dan U setiap kriteria pada tabel diatas. Sedangkan untuk jumlah baris keseluruhan dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

Jumlah L = 7 + 5,5 + 3,50 + 3,50 + 2,67 = 22,166  
 Jumlah M = 9 + 7,17 + 4,57 + 4,83 + 3,13 = 28,702  
 Jumlah U = 11 + 9 + 6,5 + 6,5 + 4 = 37

Tabel 4. Penentuan Nilai Sintesis

Nilai Sintesis	Jumlah Baris					
	L	M	U	L	M	U
C1	7	9	11	0,189	0,314	0,496
C2	5,5	7,17	9	0,149	0,250	0,406
C3	3,5	4,57	6,5	0,095	0,159	0,293
C4	3,5	4,83	6,5	0,095	0,168	0,293
C5	2,67	3,13	4	0,072	0,109	0,180
<b>Jumlah</b>	<b>22,166</b>	<b>28,702</b>	<b>37</b>			

Setelah nilai jumlah baris dan kolom diperoleh, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai sintesis sebagai berikut:

a. (Si) C1 = (7 x 1/37), (9 x 1/28.702), (11 x 1/22.166) = 0.189, 0.314, 0.496

b. (Si) C2 = (5.5 x 1/37), (7.17 x 1/28.702), (9 x 1/22.166) = 0.149, 0.250, 0.406  
 c. (Si) C3 = (3.5 x 1/37), (4.57 x 1/28.702), (6.5 x 1/22.166) = 0.095, 0.159, 0.293  
 d. (Si) C4 = (3.5 x 1/37), (4.83 x 1/28.702) x (6.5 x 1/22.166) = 0.095, 0.168, 0.293  
 e. (Si) C5 = (2.67 x 1/37), (3.13 x 1/28.702), (4 x 1/22.166) = 0.072, 0.109, 0.180

**D. Penentuan Nilai Vektor**

Nilai sintesis dari setiap kolom pada baris, selanjutnya melakukan penentuan nilai vektor dari setiap kriteria dengan mencari nilai minimum menggunakan grafik perpotongan anatar M2 dan M1 yang didefinisikan pada Tabel 5 sampai Tabel 11.

Tabel 5. Penentuan Nilai Vektor Harga

Harga	a = 1 - uC1	b = mC1 - uC1	c = m - l	d = b - c	e = a / d	d'
C1 > C2	-0,348	-0,183	0,101	-0,284	1,225	1
C1 > C3	-0,402	-0,183	0,065	-0,247	1,625	1
C1 > C4	-0,402	-0,183	0,074	-0,257	1,566	1
C1 > C5	-0,424	-0,183	0,037	-0,220	1,930	1

Berdasarkan penentuan perhitungan yang diuraikan pada Tabel 5, maka didapatkan nilai minimum dari normalisasi vektor adalah 1.

Tabel 6. Penentuan Nilai Vektor Tipe

Tipe	a = 1 - uC1	b = mC1 - uC1	c = m - l	d = b - c	e = a / d	d'
C2 > C1	-0,217	-0,156	0,124	-0,281	0,772	0,772
C2 > C3	-0,311	-0,156	0,650	-0,220	1,410	1
C2 > C4	-0,311	-0,156	0,074	-0,230	1,353	1
C2 > C5	-0,334	-0,156	0,037	-0,193	1,726	1

Berdasarkan penentuan perhitungan yang diuraikan pada tabel 6, maka didapatkan nilai minimum dari normalisasi vektor adalah 0,772.

Tabel 7. Penentuan Nilai Vektor Kondisi

Kondisi	a = 1 - uC1	b = mC1 - uC1	c = m - l	d = b - c	e = a / d	d'
C3 > C1	-0,104	-0,134	0,124	-0,259	0,403	0,403
C3 > C2	-0,145	-0,134	0,101	-0,235	0,615	0,615
C3 > C4	-0,199	-0,134	0,073	-0,208	0,956	0,956
C3 > C5	-0,221	-0,134	0,037	-0,171	1,292	1

Berdasarkan penentuan perhitungan yang diuraikan pada Tabel 7, maka didapatkan nilai minimum dari normalisasi vektor adalah 0,403.

Tabel 8. Penentuan Nilai Vektor Fasilitas

Fasilitas	$a = 1 - u_{C1}$	$b = m_{C1} - u_{C1}$	$c = m - l$	$d = b - c$	$e = a / d$	$d'$
C4 > C1	-0,104	-0,125	0,124	-0,249	0,418	0,418
C4 > C2	-0,145	-0,125	0,101	-0,226	0,640	0,640
C4 > C3	-0,199	-0,125	0,065	-0,189	1,049	1
C4 > C5	-0,221	-0,125	0,037	-0,160	1,3658	1

Berdasarkan penentuan perhitungan yang diuraikan pada Tabel 8, maka didapatkan nilai minimum dari normalisasi vektor adalah 0,418.

Tabel 9. Penentuan Nilai Vektor Legalitas

Legalitas	$a = 1 - u_{C1}$	$b = m_{C1} - u_{C1}$	$c = m - l$	$d = b - c$	$e = a / d$	$d'$
C5 > C1	0,009	-0,071	0,124	-0,196	-0,045	0
C5 > C2	-0,032	-0,071	0,101	-0,172	0,185	0,185
C5 > C3	-0,086	-0,071	0,065	-0,136	0,632	0,632
C5 > C4	-0,086	-0,071	0,074	-0,145	0,592	0,592

Berdasarkan penentuan perhitungan yang diuraikan pada Tabel 9, maka didapatkan nilai minimum dari normalisasi vektor adalah 0. Penentuan nilai vektor dan ordinat yang didapatkan dari pencarian nilai minimum antara nilai sintesis satu dengan nilai sintesis lainnya.

- Perbandingan kriteria C1 dengan kriteria lainnya dan mendapatkan nilai ordinat C1:  $\min(1;1;1) = 1$
- Perbandingan kriteria C2 dengan kriteria lainnya dan mendapatkan nilai ordinat C2:  $\min(0,772;1;1) = 0,772$
- Perbandingan kriteria C3 dengan kriteria lainnya dan mendapatkan nilai ordinat C3:  $\min(0,403;0,615;1;1) = 0,403$
- Perbandingan kriteria C4 dengan kriteria lainnya dan mendapatkan nilai ordinat C4:  $\min(0,418;0,640;1;1,113) = 0,418$
- Perbandingan kriteria C5 dengan kriteria lainnya dan mendapatkan nilai ordinat C5:  $\min(0; 0,185; 0,632; 0,592) = 0$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai vektor dari perbandingan tiap kriteria kemudian dicari nilai paling minimum.

**E. Normalisasi Bobot Vektor**

Nilai ordinat yang sudah ditentukan sebelumnya maka dilakukan penjumlahan keseluruhan nilai W. Nilai bobot ternormalisasi yang diperoleh setiap kriteria dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Normalisasi Bobot Vektor

Kriteria	W	W Lokal
C1	1	0,386
C2	0,772	0,298
C3	0,403	0,155
C4	0,418	0,161

Kriteria	W	W Lokal
C5	0	0
Jumlah	2,593	1

Dari hasil yang didapatkan, maka selanjutnya nilai dari W Lokal akan di hitung dengan bobot sub kriteria yang sudah diberikan sebelumnya sesuai dengan kriteria yang ditentukan.

**F. Hasil Pembobotan**

Berikut ini merupakan perhitungan pembobotan kriteria alternatif sebelum dilakukan perangkingan. Perhitungan kriteria alternatif dapat menggunakan perhitungan Hasil Akhir = Bobot alternatif x W lokal tiap kriteria

Tabel 11. Hasil Pembobotan

Hasil Pembobotan	C1	C2	C3	C4	C5	Total
A1	0,386	0,298	0,155	0,161	0,000	0,399
A2	0,25	0,75	0,25	0,25	0,25	0,399
A3	0,5	0,75	0,25	0,25	0,25	0,495
A4	0,5	0,75	0,25	0,25	0,25	0,495
A5	0,75	0,75	0,25	0,25	0,25	0,592
A6	0,75	0,75	0,25	0,25	0,25	0,592
B1	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,324
B2	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,324
B3	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,421
B4	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,421
B5	0,75	0,5	0,25	0,25	0,25	0,517
B6	0,75	0,5	0,25	0,25	0,25	0,517

**G. Perangkingan**

Hasil akhir selanjutnya dilakukan perangkingan pada Tabel 11 berdasarkan nilai paling tinggi dan didapatkan ID alternatif dari A5 menjadi nilai tertinggi dan menjadi rekomendasi alternatif terpilih.

Tabel 12. Hasil Perangkingan

Rangking	ID	Hasil Akhir
1	A5	0,592
2	A6	0,592
3	B6	0,517
4	B5	0,517
5	A3	0,495
6	A4	0,495
7	B4	0,421
8	B3	0,421
9	A1	0,399
10	A2	0,399
11	B2	0,324
12	B1	0,324

Dari hasil perhitungan total pembobotan setiap alternatif, maka didapatkan hasil rekomendasi alternatif tanah kavling beserta kelengkapannya mulai dari harga, tipe, kondisi, fasilitas dan leglitas pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Rekomendasi SPK

Kode	Harga	Tipe	Kondisi	Fasilitas	Legalitas
A5	85 Juta	A	Padat Penduduk, Siap Bangun	PDAM,PLN, Lokasi Strategis	Free IJB, Free Notaris
A6	85 Juta	A	Padat Penduduk, Siap Bangun	PDAM,PLN, Lokasi Strategis	Free IJB, Free Notaris
B6	85 Juta	B	Padat Penduduk, Siap Bangun	PDAM,PLN, Lokasi Strategis	Free IJB, Free Notaris
B5	85 Juta	B	Padat Penduduk, Siap Bangun	PDAM,PLN, Lokasi Strategis	Free IJB, Free Notaris
A3	120 Juta	A	Padat Penduduk, Siap Bangun	PDAM,PLN, Lokasi Strategis	Free IJB, Free Notaris
A4	120 Juta	A	Padat Penduduk, Siap Bangun	PDAM,PLN, Lokasi Strategis	Free IJB, Free Notaris
B4	120 Juta	B	Padat Penduduk, Siap Bangun	PDAM,PLN, Lokasi Strategis	Free IJB, Free Notaris
B3	120 Juta	B	Padat Penduduk, Siap Bangun	PDAM,PLN, Lokasi Strategis	Free IJB, Free Notaris
A1	135 Juta	A	Padat Penduduk, Siap Bangun	PDAM,PLN, Lokasi Strategis	Free IJB, Free Notaris
A2	135 Juta	A	Padat Penduduk, Siap Bangun	PDAM,PLN, Lokasi Strategis	Free IJB, Free Notaris

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode FAHP dan alternatif maka didapatkan hasil dengan kode tanah kavling A5 menjadi rekomendasi tanah kavling bagi konsumen.

**H. Pengujian**

Pengujian dilakukan untuk menguji kinerja apakah metode yang sudah di implementasikan ke dalam sistem sudah efektif. *Confusion Matrix* adalah pengukuran kinerja untuk klasifikasi pembelajaran mesin [15] Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode *fuzzy AHP* pada penelitian ini dilakukan pengujian sebanyak 15 kali.

Tujuan dilakukan pengujian ini untuk memastikan apakah *input* yang dimasukan oleh *user* pada sistem pendukung keputusan pemilihan tanah kavling sudah sesuai atau belum dengan *output* yang dihasilkan [16].

Berdasarkan pengujian dari sistem yang telah dilakukan maka dapat dihitung evaluasi dari *confussion matrix*:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \tag{6}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \tag{7}$$

$$Accuracy = \frac{TP}{Jumlah\ data} \times 100 \tag{8}$$

$$F1-Score = 2 * (Recall * Precision) / (Recall + Precision) \tag{9}$$

Tabel 14. Hasil Pengujian

ID	Data Prediksi	Data Aktual	Status
A5	1	1	True Positive
A6	2	2	True Positive

B6	5	3	False Negative
B5	6	4	False Negative
A3	3	5	False Negative
A4	4	6	False Negative
B4	10	7	False Negative
B3	9	8	False Negative
A1	7	9	False Negative
A2	8	10	False Negative
B2	11	11	True Positive
B1	12	12	True Positive

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan maka perhitungan *precision*, *recall* didapatkan data berikut:

		Nilai Sebenarnya	
		TRUE	FALSE
Nilai Prediksi	POSITIVE	14	0
	NEGATIVE	0	1

$$Precision = \frac{14}{14 + 0} = 100\%$$

$$Recall = \frac{14}{14 + 1} = 93\%$$

$$Accuracy = \frac{14}{15} \times 100 = 93\%$$

$$F1\ Score = 2 * (93\% * 100\%) / (93\% + 100\%) = 96\%$$

Berdasarkan hasil pengujian data yang sudah dilakukan oleh sistem, maka didapatkan tingkat akurasi sistem pendukung keputusan dengan *precision* 100%, *recall* 93%, *accuracy* 93% dan *F1-score* 96%. Sehingga dapat disimpulkan sistem dapat bekerja dengan baik dengan hasil dan akurasi dari hasil implementasi metode F-AHP kedalam sistem yang sudah dibuat.

**V. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, maka dapat disimpulkan sistem yang dibuat dapat membantu konsumen dalam memilih alternatif tanah kavling terbaik dengan menggunakan parameter harga, tipe, kondisi, fasilitas dan legalitas. Proses pengujian dengan menggunakan metode FAHP dapat berjalan cukup baik Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali dengan pembobotan data kriteria yang berbeda dan mendapatkan *precision* 100%, *recall* 93%, *F1-score* 96%. Pengembangan penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan data alternatif dan kriteria yang lebih kompleks, sehingga hasil terhadap analisis implementasi dapat lebih baik dan pada penelitian selanjutnya menggunakan metode yang lain agar diperoleh perbandingan antara dua metode.

## REFERENSI

- [1] C. F. Novita, "Tinjauan Hukum Terhadap Jual Beli Tanah Tanpa Akta PPAT (Wilayah Kecamatan Tinombo)," *Jurnal Ilmu Hukum Legal Opinion*, vol. III, pp. 1-9, 2014.
- [2] U. Rahmalisa, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Rumah Menggunakan Metode Electre Berbasis Web," *Jurnal Ilmu Komputer*, vol. VIII, pp. 123-127, 2019.
- [3] M. R. A. Albarisyi, "Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Tanah Kavling Menggunakan Metode Simple Additive Weighting di Yogyakarta," 9 July 2021. [Online]. Available: <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/42691/>. [Diakses May 2022].
- [4] D. Guswandi, M. Yanto, M. Hafizh, L. Mayola, "Analisis Hybrid Decision Support System dalam Penentuan Status Kelulusan Mahasiswa," *Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. X, pp. 1-10, 2021.
- [5] P. J. M. Laarhoven, W. Pedrycz "A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory," *Fuzzy Sets and Systems*, vol. XI, pp. 229-241, 1983.
- [6] E. Turban, J.E. Aronson, T. Peng-Liang, *Decision Support Systems and Intelligent Systems* Edisi 7 Jilid 1,, Yogyakarta: Andi Offset, 2005.
- [7] T. L. Saaty, *Analytical Hierarchy Process*, New York: McGraw Hill, 1980.
- [8] S. Kusumadewi, *Artificial Intelligence*, Graha Ilmu, 2004.
- [9] A. Mardani, A. Jusoh, E. K. Zavadskas, "Fuzzy Multiple Criteria Decision-Making Techniques and Applications – Two Decades Review From 1994 to 2014," *Expert Systems with Applications*, vol. 42, no. 8, pp. 4126-4128, 2015.
- [10] S. Kubler, J. Robert, W. Derigent, A. Voisin, Y. L. Traon, "A State-Of The-Art Survey & Testbed of Fuzzy AHP (FAHP) Applications," *Expert Systems with Application*, vol. 65, pp. 398-422, 2016.
- [11] A. Faisol, M. A. Muslim, H. Suyono, "Komparasi Fuzzy AHP dengan AHP pada Sistem Pendukung Keputusan Investasi Properti," *EECCIS*, vol. 8, pp. 1-6, 2014.
- [12] H. K. Chan, X. Wang, *Fuzzy Hierarchical Model for Risk Assessment*, London: Springer, 2013.
- [13] D.-Y. Chang, "Applications of The Extent Analysis Method on Fuzzy AHP," *European Journal of Operational Research* 95, pp. 649-655, 1996.
- [14] H. A. Jogiyanto, *Analisis dan Desain Sistem Informasi*, pp. 36-40, 2001.
- [15] towards, "towardsdatascience.com," 2 April 2019. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/accuracy-recall-precision-f-score-specificity-which-to-optimize-on-867d3f11124>. [Diakses 20 July 2022].
- [16] A. V. Vitianingsih, Z. Othman, S. S. K. Baharin, A. Suraji, "Empirical Study of a Spatial Analysis for Prone Road Traffic Accident Classification Based on MCDM Method," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 13 (5), pp. 665-679, 2022.