

Implementasi Fuzzy Query dalam Sistem Pendukung Keputusan berbasis Web untuk Investasi Properti

Renovita Edelani^{1*}, Entin Martiana Kusumaningtyas², Ira Prasetyaningrum³, dan Bagus Anggriawan⁴
^{1,2,3,4} Departemen Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
*Corresponding Author, email:renovita@pens.ac.id

Abstract—Urbanisasi yang pesat dan meningkatnya permintaan akan properti residensial telah menciptakan tantangan yang signifikan di pasar *real estate*. Calon pembeli rumah sering kali menghadapi kesulitan dalam menemukan properti rumah yang memenuhi kriteria spesifik mereka di pasar yang padat dan kompetitif. Penelitian ini bertujuan untuk mengambil keputusan investasi properti berdasarkan metode Fuzzy Query dengan menyediakan aplikasi berbasis web yang dirancang untuk menyederhanakan proses pencarian properti dengan memungkinkan pengguna memfilter properti berdasarkan beberapa kriteria, seperti harga, luas tanah, luas bangunan, dan kebisingan lingkungan tingkat. Aplikasi ini menggunakan antarmuka pengguna yang memungkinkan pengguna dengan cepat menemukan properti yang sesuai dengan preferensi mereka. Sistem Pendukung keputusan ini terbukti membantu para investor properti untuk mendapatkan penilaian berinvestasi.

Kata kunci: Sistem Pendukung Keputusan, Fuzzy Query, properti, *real estate*

Abstrak—*Rapid urbanization and the increasing demand for residential property have created significant challenges in the real estate market. Prospective homebuyers often face difficulties in finding properties that meet their specific criteria in a crowded and competitive market. This research aims to develop a decision support system for property investment using the Fuzzy Query method, providing a web-based application designed to simplify the property search process. The application allows users to filter properties based on various criteria, such as price, land area, building area, number of bathrooms, number of bedrooms, certificate type, and environmental noise levels. The application features a user interface that enables users to quickly find properties that match their preferences. This decision support system assists property investors in obtaining investment assessments.*

Keywords: *Decision Support System, Fuzzy Query, property, real estate*

© 2024 Elektron Jurnal Ilmiah

I. PENDAHULUAN

Investasi properti adalah investasi yang berbentuk properti yang berupa real properti, properti jenis ini adalah properti aset berwujud (*tangible property*) yang produknya adalah berdasarkan fungsinya yaitu bangunan perumahan berupa rumah tinggal, apartemen, atau kondominium [1].

Investasi properti merupakan bentuk investasi yang menjanjikan, tetapi dalam pengambilan keputusan untuk menentukan properti yang cocok bagi investor sering kali terpengaruhi oleh banyak faktor eksternal, antara lain kuantitatif dan kualitatif [2]. Hal ini membuat para investor kesulitan untuk menentukan properti yang sesuai dengan keinginan para investor dan ketakutan para investor untuk membeli properti tersebut karena harganya yang tinggi dan berbentuk illiquid [3].

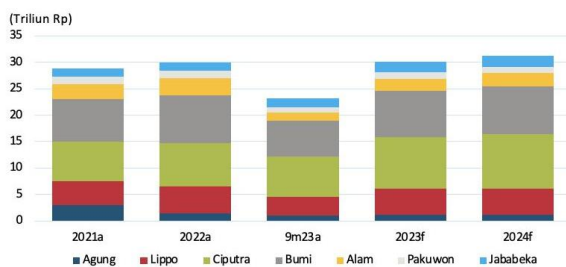
Dalam kurun satu tahun terakhir, pasar properti terutama di Surabaya, terdapat angka kumulasi indeks suplai yang menurun dalam periode tahunan berdasarkan persentase koreksi yang mencapai -9.9% tapak yang kalah dalam mengungguli indeks harga dan suplai di Q4 2020 yang meraih sebanyak 130.6 (YoY)

membuat indeks harga dari properti naik hingga 0.7% untuk tapak rumah dalam Q4 2021 sejumlah 107.4 (YoY) [4].

Dari penjelasan diatas, keterkaitan antar indeks suplai dan harga properti rumah di daerah kota Surabaya adalah perwujudan ekonomi dengan supply and demand yang menyebabkan penurunan indeks suplai dapat menyebabkan indeks harga naik. Dengan analisa ini, dapat tergambarkan faktor harga dan suplai mempengaruhi keputusan seorang investor untuk menentukan pembelian sebuah properti dengan beberapa pertimbangan lainnya. Batasan penelitian dari penelitian ini adalah properti perumahan di wilayah bagian seluruh Surabaya tanpa adanya variabel non-teknis seperti perkembangan wilayah, valuasi tanah, dan lain-lain.

Menurut Sunarsip dalam tulisan di CNBC Indonesia, kondisi sektor properti global yang saat ini kurang baik tidak mempengaruhi kinerja sektor properti di Indonesia [5]. Kinerja sektor properti di Indonesia selama 2023 belum terlalu kuat terlihat dari pertumbuhan sektor konstruksi dan *real estate*. Akan tetapi, kinerja penyaluran kredit properti di segmen terkait. Secara umum, perkembangan properti di

Indonesia selama 2023 masih sangat dipengaruhi oleh kondisi perekonomian domestik dan intervensi kebijakan dari otoritas. Faktor lain selain kebijakan PPN-DTP (Pajak Pertambahan Nilai Ditanggung Pemerintah) yang mengalami pelonggaran adalah kenaikan permintaan dari *end-user* khususnya pada perumahan tapak (*landed residential*) serta tingkat suku bunga KPR yang diperkirakan tetap lebih rendah dibanding sebelum pandemi Covid-19. Bisa terlihat bahwa bisnis properti di Indonesia masih berkembang pesat gambar 1 menjelaskan penjualan properti pada pengembang besar mengalami pertumbuhan 5% sampai 10% pada tahun 2024. Dan diperkirakan juga terjadi pada pengembang kelas menengah dan kecil.



Gambar 1. Perkembangan Penjualan Properti – Pengembang Besar

Dari penjelasan tersebut, terlihat bahwa tantangan dan peluang dari investasi properti di Indonesia masih berkembang baik. Penelitian ini bertujuan membangun sistem pendukung keputusan investasi properti di Surabaya yang memberikan saran atau anjuran portofolio terbaik bagi investor dengan menggunakan metode fuzzy query. Sistem ini akan mengolah data properti dengan variabel fuzzy untuk mengakomodasi ketidakpastian, menggabungkan berbagai kriteria dan bobot, serta menyajikan informasi dan saran yang sesuai dengan preferensi investor.

Penelitian ini menggunakan Fuzzy Query sebagai dasar untuk mengambil keputusan investasi properti. Secara garis besar, tahap pertama yang dilakukan dari penelitian ini adalah wawancara dengan agen properti yang menghasilkan fungsi dari derajat keanggotaan fuzzy. Tahap kedua, proses fuzzifikasi dari setiap data properti yang telah dikumpulkan. Tahap ketiga, proses query dengan mengambil hasil inputan dari pengguna, hasil inputan tersebut di-agregasikan dengan metode OR atau MAX dari hasil fuzzifikasi data properti. Tahap terakhir pengurutan secara *descending* dari nilai agregasi yang dihasilkan pada tahap sebelumnya.

Aplikasi akan memberikan informasi dan saran yang dapat membantu dengan menampilkan secara informasi-informasi krusial yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan properti.

Sistem ini menyediakan informasi terperinci tentang setiap properti termasuk harga, lokasi, keramaian, luas, kondisi, dan beberapa faktor lain yang relevan. Sehingga, aplikasi ini juga mempertimbangkan

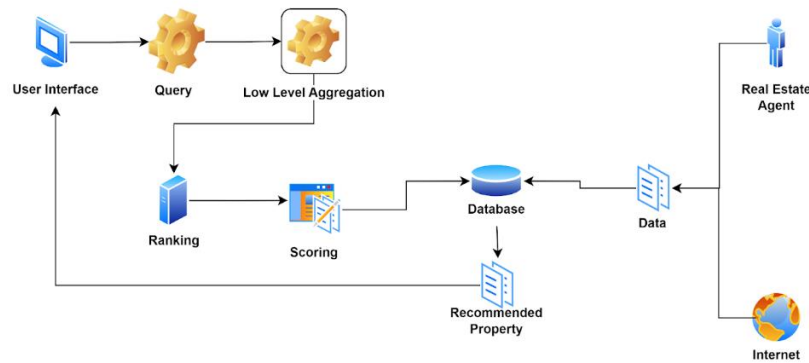
preferensi dan kriteria individu investor seperti tujuan investasi, toleransi risiko, dan preferensi personal investor.

Fuzzy Query merupakan metode yang diperkenalkan oleh M. Nikravesh dan B. Azvine sebagai alternatif untuk pengurutan dan memprediksi risiko penilaian kredit, penerimaan universitas, dan beberapa aplikasi lainnya yang saat ini menggunakan proses yang tidak tepat dan subjektif [5]. Fuzzy query dan proses pemeringkatan memberikan wawasan yang lebih baik dan gambaran yang lebih besar dan mengandung lebih banyak penjelasan tentang pola yang mendasari data, dan mampu melakukan kueri yang fleksibel serta pencarian yang cerdas.

A. Moreau, O. Pivert, dan G. Smits menjelaskan bahwa fuzzy query yang memungkinkan pengguna mengakses data tanpa pengetahuan tentang skema database atau bahasa kueri. Pengguna mengevaluasi item dari database secara biner, dan sistem mengidentifikasi sifat-sifat yang dimiliki oleh item yang dievaluasi positif atau negatif. Sifat-sifat ini diungkapkan dengan istilah fuzzy untuk memastikan pemahaman pengguna tentang kueri yang dihasilkan [6]. Metode Fuzzy query juga digunakan oleh H. Manda dan A. Johar dalam pengelolaan database Apotek di Bengkulu [7].

Penelitian terkait dengan Sistem Pendukung Keputusan dilakukan oleh Shaofeng Liu, Alex H. B. Duffy, Robert Ian Whitfield, Iain M. Boyle ini adalah mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan yang sudah ada dan sudah tersebar pada area riset-riset dan perkembangan yang resmi menjadi pengembangan Integrasi Sistem Pendukung Keputusan (ISPK) yang dikembangkan dan dilihat dari beberapa perspektif menggunakan teknologi yang mendukung integrasi sistem tersebut [8]. Robert R. Trippi merangkum secara heuristik terhadap fenomena-fenomena yang terjadi dalam sistem pendukung keputusan dalam kurun beberapa dekade sebelumnya, adanya bantuan sistem pendukung keputusan untuk investasi properti *real estate* [2].

Phie Chyan, ini mengusulkan dengan membuat suatu sistem pendukung keputusan berbasis AHP atau Analytic Hierarchy Process atau Proses Analitis Hierarkis yang diterapkan pada investasi properti di Makassar dengan komponen-komponen sistem pendukung keputusan yang sederhana, dalam penelitian ini menyatakan permasalahan yang ada adalah dengan perkembangan populasi di Makassar termasuk kota yang sangat padat penduduk dengan perkiraan populasi sebanyak 1.3 juta orang pada tahun 2010 yang membuat para agen-agen muncul untuk berbisnis pada bidang properti [9]. Raul Valverde ini menerangkan tentang penambahan metode manajemen risiko dengan metode Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk industri *real estate* [10]. A. Faisol, dkk melakukan komparasi antara Fuzzy AHP dengan AHP



Gambar 2. Desain Arsitektur Sistem

untuk sistem pendukung keputusan investasi properti dan mendapatkan hasil bahwa metode AHP memiliki waktu eksekusi yang lebih cepat dan penggunaan memori yang lebih kecil dibandingkan metode FAHP pada saat proses pembobotan kriteria atau sub kriteria. Akan tetapi metode FAHP lebih cepat saat mengeksekusi proses pembobotan terhadap alternatif properti [11].

Zulfan Efendi telah melakukan penelitian membuat Sistem Pendukung Keputusan pemilihan lokasi perumahan menggunakan metode *Profile Matching*, dimana metode tersebut menggunakan nilai GAP untuk menentukan bobot kecocokan dari pilihan pengguna [13]. Ela Nurelasari dan Esty Purwaningsing menggunakan metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) sebagai Sistem Pendukung Keputusan pemilihan perumahan terbaik berdasarkan harga, lokasi, fasilitas umum, perijinan, dan desain rumah [14]. Waris Widesko, dkk melakukan komparasi metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Simple Additive Weighting* (SAW) untuk Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Rumah sebagai Tempat Tinggal. Dari hasil penelitian, ketepatan hasil perhitungan dengan metode SAW dengan rekomendasi pakar lebih tinggi dibanding dengan hasil perhitungan metode AHP. Proses pembobotan di metode AHP dirasa kurang efektif karena terlalu subjektif, terutama di bagian harga [15].

Dari seluruh penelitian terkait, penelitian ini menyediakan aplikasi sistem pendukung keputusan berdasarkan hasil dari metode fuzzy query yang memberikan anjuran dalam investasi properti berdasarkan harga, keramaian, luas tanah dan luas bangunan. Selama ini, untuk menentukan investasi properti menggunakan metode manual dari kebiasaan dan pengetahuan ahli. Metode lainnya yang biasa digunakan adalah *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan *Simple Additive Weighting* (SAW). Penggunaan Fuzzy sudah ada tapi hanya menggunakan fuzzy biasa bukan Fuzzy Query. Sehingga penggunaan Fuzzy Query untuk sistem pendukung keputusan investasi properti tergolong hal baru.

II. METODE

Pada penelitian ini, peneliti membuat suatu aplikasi Sistem Pengambilan Keputusan untuk investasi properti dengan menggunakan metode Fuzzy Query. Aplikasi ini menggunakan fuzzy query untuk menghasilkan pemeringkatan hasil pencarian dari *inputan* pengguna. Fitur utama yang ada pada aplikasi ini adalah proses pencarian properti berdasarkan harga, luas tanah, luas bangunan, dan keramaian. Pilihan untuk harga, luas tanah, luas bangunan dan keramaian berdasarkan pilihan derajat keanggotaan fuzzy yang dijelaskan pada tabel 1. Hasil dari aplikasi ini menampilkan urutan daftar properti yang memiliki *score* tertinggi hingga terendah. *Score* disini merupakan hasil dari pemeringkatan fuzzy query.

Tabel 1. Derajat Keanggotaan Fuzzy Investasi Properti

Anggota	Kelas Fuzzy
Harga	{“murah”, “sedang”, “mahal”}
Keramaian	{“sepi”, “sedang”, “ramai”}
Luas Tanah	{“luas”, “sedang”, “sempit”}
Luas Bangunan	{“luas”, “sedang”, “sempit”}

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini, desain sistem dari aplikasi dibuat untuk menjabarkan pekerjaan yang telah dilakukan oleh peneliti. Gambar 1 menggambarkan desain sistem penelitian. Sistem desain menjelaskan alur kerja dari dari penelitian yaitu (1) Pengumpulan data, (2) Proses Pembuatan Sistem Pendukung Keputusan berdasarkan Fuzzy query, dan (3) Website Pencarian Investasi Properti. Langkah pertama pengambilan data yang diambil melalui agen properti dan internet. Agen properti sendiri disini sebagai ahli yang nantinya akan membantu dalam pemodelan derajat keanggotaan fuzzy. Langkah kedua, pembuatan sistem pendukung keputusan dimana query yang diinputkan oleh pengguna akan masuk ke proses *low level aggregation*, setelah itu proses pemeringkatan dan muncul nilai scoring. Langkah

terakhir, pembuatan website pencarian investasi properti. Website ini menampilkan halaman pengguna untuk menginputkan kriteria pencarian yang diinginkan dan hasilnya akan ditampilkan secara terurut berdasarkan score oleh website

A. Pengambilan Data dan Wawancara dengan Ahli

Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data-data riil dari web penjualan properti seperti seperti lamudi.co.id, rumah123.com, dan olx.co.id dan wawancara terhadap beberapa agen sales properti. Data yang didapatkan sebanyak 10 data properti. Contoh data di tampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Contoh Data Properti

Nama	Harga	Luas Bangunan	Luas Tanah	Kamar Tidur	Kamar Mandi	Sertifikat
Wisata Seman ggi Cluster Avicenia Type Lenata	Rp1.26 2.700.000	56	84	3	2	SHM
Wisata Seman ggi Cluster Avicenia Type Marina 1	Rp1.30 6.100.000	62	91	3	1	SHM

Hasil wawancara yang dilakukan pada tiga narasumber agar properti mendapatkan kesimpulan bahwa dalam hal harga properti dianggap murah jika bernilai dibawah 150 jutaan hingga 500 jutaan, sedang disekitaran harga 500 jutaan sampai 1 milyar, dan mahal diatas 1 milyar. Untuk luas tanah dianggap sempit diperkirakan sekitar dibawah 45-60 m², sedang disekitar 60-100 m², dan luas diatas 100 m². Luas bangunan sendiri hampir sama dengan Luas Tanah, akan tetapi dianggap sempit jika sekitar dibawah 30-60 m².

Sedangkan keramaian, memiliki perhitungan tersendiri untuk dianggap sepi, sedang dan ramai didasarkan dari rate dan kriteria keramaian. Rating ini juga berpengaruh dalam area yang terbagi dan jenis kebisingan yang ada, area keramaian ini menurut Permenkes No. 718 tahun 1987 dibagi

menjadi empat, yaitu Zona A yang sekitar 35 - 45 dB yang cocok untuk rumah sakit, tempat perawatan kesehatan atau sosial, Zona B yang sekitar 45 - 55 dB yang cocok untuk tempat pendidikan dan rekreasi, Zona C yang sekitar 50 - 60 dB yang cocok untuk tempat perdagangan, pasar, dan perkantoran, dan Zona D yang sekitar 60 - 70 dB yang cocok untuk industri, pabrik, stasiun, dan terminal [12]. Berdasarkan dari kriteria-kriteria diatas, disusunlah tabel 3 untuk menghitung rate keramaian, telah diberikan beberapa kelas-kelas yang dijadikan acuan.



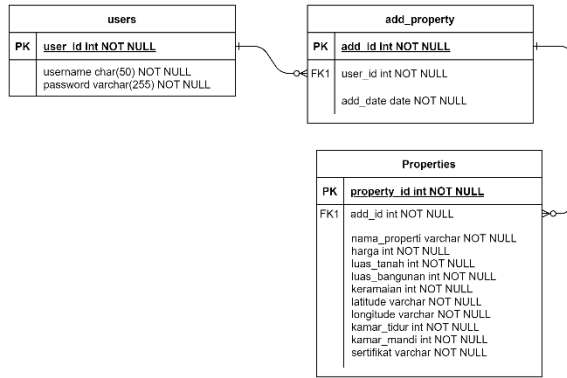
Gambar 3. Contoh area penilaian properti terhadap keramaian

Misalkan pada suatu properti seperti properti Puri Indah Ketintang Type Bima dan Arjuna, properti tersebut memiliki jarak yang sangat dekat dari pemukiman, berada di daerah zona C dalam jarak 2 KM, dan jauh alam sekitar, dan cukup dekat dari jalan arteri. Maka, nilai dari bagiannya itu juga ditentukan dengan adanya jarak dari penempatannya, semisal untuk daerah pemukiman yang sangat dekat, maka bisa diambil nilai tertingginya yaitu 6, kemudian untuk dekatnya terhadap jalan arteri, maka diambil nilai tertingginya yaitu 6, dan cukup dekat dengan transportasi umum, maka diambil nilai tengahnya 7. Kemudian setelah diambil semuanya, dijadikan rata-rata maka akan menghasilkan nilai 6.3, maka akan dimasukkan nilai tersebut dalam derajat keanggotaannya. Penilaian ini dilakukan secara manual dengan melihat lokasi dari properti pada peta gmaps dan mengukur dari jarak 2KM tersebut.

Tabel 3. Rate dan kriteria keramaian

Kriteria kelas	Rate
Pemukiman Kumuh	4 – 6
Jalan arteri	5 – 6
Pusat perbelanjaan	4 – 5
Transportasi umum	6 – 8

Data-data yang didapatkan ini dipergunakan untuk tahap selanjutnya dalam proses fuzifikasi.



Gambar 4. Entity Relationship Diagram Sistem

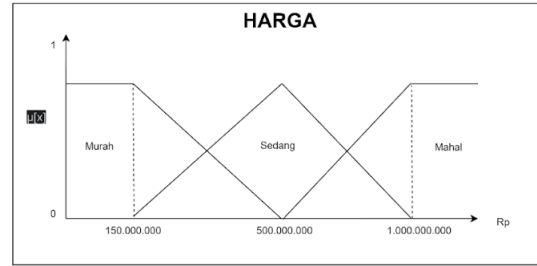
Gambar 4 diatas menjelaskan ERD atau Entity Relational Diagram yang menerangkan interaksi antara entitas dan struktur data dalam sistem ini. Database pada sistem ini terdiri dari 2 tabel utama yaitu, tabel users yang terdiri dari *field* user_id, username, password dan tabel properties yang terdiri dari kolom nama_properti, harga, luas_tanah, luas_bangunan, latitude, longitude, kamar_tidur, kamar_mandi, keramaian, dan sertifikat.

B. Sistem Pendukung Keputusan menggunakan Fuzzy Query

Pada tahap ini, dari hasil pengambilan data dan wawancara diolah untuk membentuk derajat keanggotaan fuzzy dari tiap-tiap kriteria. Logika Fuzzy adalah sebuah logika yang dapat digunakan untuk menganalisa masalah yang mengandung ketidakpastian, seperti proses sistem pendukung keputusan [13]. Logika ini dijadikan referensi sebagai dasar perkembangan metode fuzzy query yang digunakan dalam penelitian ini dengan pertimbangan-pertimbangan dari kelas-kelas variabel yang telah disusun terhadap masukkan user [14].

Proses fuzzifikasi ini adalah proses yang dimana masukan data dari user secara antarmuka akan diproses dengan memasukkan ke fungsi logika fuzzy. Proses ini mengubah masukan data menjadi fungsi keanggotaan dengan tingkat keanggotaan terhadap suatu nilai masukan dari setiap himpunan fuzzy yang ada seperti yang ada di tabel 1. Kemudian, konversikan berdasarkan dari data yang ada, maka menghasilkan himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan, dan metode.

Variabel harga dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy yaitu murah, sedang dan mahal. Domain himpunan fuzzy digambarkan dalam diagram fungsi keanggotaan harga pada gambar 5 dan persamaan 1 merupakan fungsi keanggotaan harga.



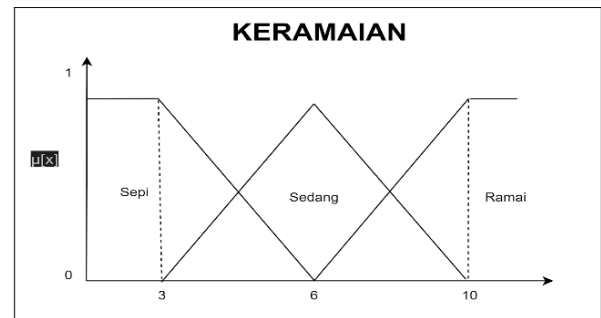
Gambar 5. Grafik himpunan fuzzy variabel harga

$$\mu[x]_{murah} = \begin{cases} 1 & \text{jika } x \leq 150.000.000 \\ \frac{500.000.000 - x}{350.000.000} & \text{jika } 150.000.000 \leq x < 500.000.000 \\ 0 & \text{jika } x \geq 500.000.000 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{sedang} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 150.000.000 \text{ atau } x \geq 1.000.000.000 \\ \frac{x - 150.000.000}{350.000.000} & \text{jika } 150.000.000 < x \leq 500.000.000 \\ \frac{1.000.000.000 - x}{500.000.000} & \text{jika } 500.000.000 < x < 1.000.000.000 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{mahal} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 500.000.000 \\ \frac{x - 500.000.000}{500.000.000} & \text{jika } 500.000.000 < x \leq 1.000.000.000 \\ 1 & \text{jika } x \geq 1.000.000.000 \end{cases} \quad (1)$$

Variabel keramaian sesuai dengan tahap pengambilan data dan nilai rate tingkat keramaian dibagi menjadi himpunan fuzzy sepi, sedang dan ramai. Diagram fungsi keanggotaan keramaian dijelaskan pada gambar 6.



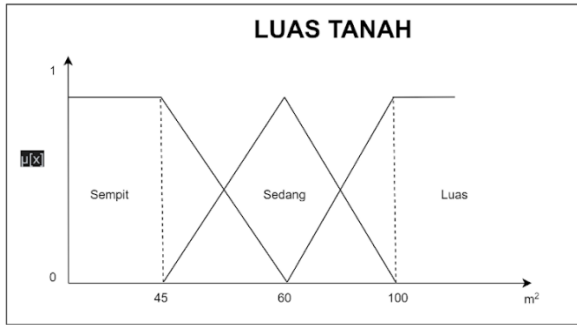
Gambar 6. Grafik himpunan fuzzy variabel keramaian

$$\mu[x]_{sepi} = \begin{cases} 1 & \text{jika } x \leq 3 \\ \frac{6 - x}{3} & \text{jika } 3 \leq x < 6 \\ 0 & \text{jika } x \geq 6 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{sedang} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 3 \text{ atau } x \geq 10 \\ \frac{x - 3}{3} & \text{jika } 3 < x \leq 6 \\ \frac{10 - x}{4} & \text{jika } 6 \leq x < 10 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{ramai} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 6 \\ \frac{x - 6}{4} & \text{jika } 6 < x \leq 10 \\ 1 & \text{jika } x \geq 10 \end{cases} \quad (2)$$

Variabel Luas tanah memiliki himpunan fuzzy sempit, sedang dan luas. Himpunan tersebut memiliki fungsi keanggotaan yang digambarkan pada gambar 7.



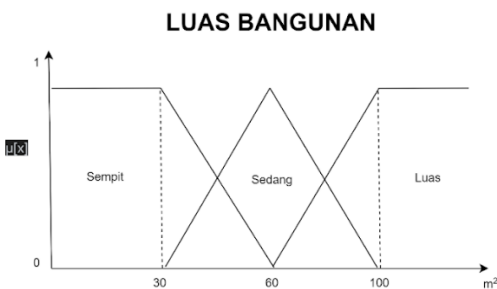
Gambar 7. Grafik himpunan fuzzy variabel luas tanah

$$\mu[x]_{sempit} = \begin{cases} 1 & \text{jika } x \leq 45 \\ \frac{45-x}{15} & \text{jika } 45 < x < 60 \\ 0 & \text{jika } x \geq 60 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{sedang} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 45 \text{ atau } x \geq 100 \\ \frac{x-45}{15} & \text{jika } 45 < x \leq 60 \\ \frac{100-x}{40} & \text{jika } 60 \leq x < 100 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{luas} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 60 \\ \frac{x-60}{40} & \text{jika } 60 < x \leq 100 \\ 1 & \text{jika } x \geq 100 \end{cases} \quad (3)$$

Variabel Luas Bangunan mempunyai himpunan fuzzy sempit, sedang dan luas. Himpunan tersebut memiliki fungsi keanggotaan yang dijelaskan pada gambar 8.



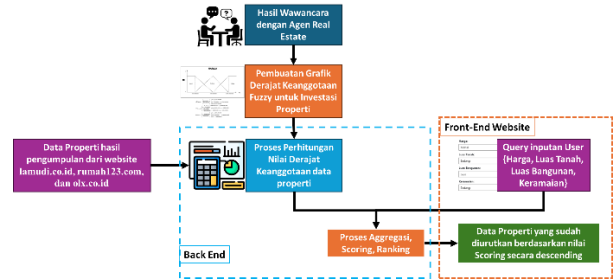
Gambar 8. Grafik himpunan fuzzy variabel luas bangunan

$$\mu[x]_{sempit} = \begin{cases} 1 & \text{jika } x \leq 30 \\ \frac{30-x}{30} & \text{jika } 30 \leq x < 60 \\ 0 & \text{jika } x \geq 60 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{sedang} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 30 \text{ atau } x \geq 100 \\ \frac{x-30}{30} & \text{jika } 30 < x \leq 60 \\ \frac{100-x}{40} & \text{jika } 60 \leq x < 100 \end{cases}$$

$$\mu[x]_{luas} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq 60 \\ \frac{x-60}{40} & \text{jika } 60 < x \leq 100 \\ 1 & \text{jika } x \geq 100 \end{cases} \quad (4)$$

Setelah proses fuzifikasi selesai, pada website ditampilkan pilihan sesuai hasil fuzifikasi tersebut. Gambar 7 menampilkan inputan yang akan diinputkan oleh user. Pilihan inputan pada harga, luas tanah, luas bangunan dan keramaian berdasarkan hasil fuzifikasi tahap sebelumnya.



Gambar 8. Alur Pembuatan Sistem

Gambar 8 menjelaskan alur proses yang dilakukan oleh sistem dari tahap pengambilan data, proses pembuatan grafik derajat keanggotaan, melakukan proses fuzifikasi pada data properti, serta proses perhitungan scoring dan ranking yang ditampilkan didalam website.

Cara kerja dari sistem pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

(1) Fuzifikasi Data Properti

Pada tahapan ini, data properti pada tabel 2 merupakan data angka sehingga kita perlu untuk memfuzifikasi semua data properti tersebut. Sebagai contoh data pertama pada tabel 2 pada kategori mahal Nilai dari fungsi keanggotaan tersebut adalah 1 yang didapatkan dari kriteria dimana $\mu[1.262.700.000]_{mahal} = 1$ yang didapatkan karena nilai Rp1.262.700.000 memenuhi bagian ‘mahal’ dimana melebihi dari Rp1.000.000.000. Nilai dari fungsi keanggotaan Luas Bangunan adalah 0.6 dan 0.4 yang didapatkan dari kriteria dimana $\mu[84]_{sedang} = 0.4$ dan $\mu[84]_{luas} = 0.6$ yang didapatkan karena nilai 84 m² memenuhi bagian ‘sedang’ dan ‘luas’ dimana nilainya diantara 60 m² dan 100 m². Nilai dari fungsi keanggotaan Luas Tanah adalah 0.73 dan 0.27 yang didapatkan dari kriteria dimana $\mu[56]_{sempit} = 0.27$ dan $\mu[56]_{sedang} = 0.73$ yang didapatkan karena nilai 56 m² memenuhi bagian ‘sempit’ dan ‘sedang’ dimana nilai diantara dari 45 m² dan 100 m². Nilai dari fungsi keanggotaan Keramaian adalah 1 yang didapatkan dari kriteria dimana $\mu[3]_{sepi} = 1$ yang didapatkan karena nilai 3 memenuhi bagian ‘sepi’.

Setelah semua data properti di-fuzzykan nilainya fitur berubah. Contoh data pertama fiturnya menjadi harga $\mu_{(mahal)}=1$, luas tanah $\mu_{(sempit)}=0.27$ dan $\mu_{(sedang)}=0.73$, luas bangunan $\mu_{(sedang)}=0.4$ dan $\mu_{(luas)}=0.6$, serta keramaian $\mu_{(sepi)}=1$.

(2) Query, Scoring dan Ranking

Setelah fuzifikasi semua data properti tahap selanjutnya proses query dimana pengguna memberikan masukan berupa permintaan berdasarkan fitur terkait properti yang diinginkan. Masukkan ini kemudian diubah

Tabel 4. Hasil fuzifikasi data properti

data	μ harga			μ luas bangunan			μ luas tanah			μ keramaian		
	murah	sedang	mahal	sempit	sedang	luas	sempit	sedang	luas	sepi	sedang	ramai
1	0	0	1	0.133	0.867	0	0	0.4	0.6	1	0	0
2	0	0	1	0	0.95	0.05	0	0.225	0.775	1	0	0
3	0	0	1	0	0.675	0.325	0	0	1	1	0	0
4	0	0	1	0	0.85	0.15	0	0	1	1	0	0
5	0	0	1	0	0.5	0.5	0	0.25	0.75	1	0	0
6	0	0	1	0	0.175	0.825	0	0	1	1	0	0
7	0	0.8	0.2	0	0.6	0.4	0	0.3	0.7	0	1	0
8	0	0.56	0.44	0	0.23	0.767	0	0.25	0.75	0.33	0.67	0
9	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0.25	0.75
10	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0.25	0.75

menjadi bentuk yang dapat diproses oleh metode fuzzy query. Contoh pada bagian ini, pengguna menginputkan Harga ‘mahal’, Luas Tanah ‘sedang’, Luas Bangunan ‘luas’, Keramaian ‘sepi seperti pada gambar 7. Untuk data properti pertama maka nilai scoringnya diambil fungsi keanggotaan fuzzy-nya sehingga scorenya dihitung dengan menggunakan proses Agregasi dengan OR sesuai dengan query yang diinputkan user.

$$\begin{aligned}
 score_{properti1} &= \text{MAX}(\mu(\text{mahal}); \mu(\text{sedang}); \mu(\text{luas}); \mu(\text{sepi})) \\
 &= \text{MAX}(1; 0.73; 0.6; 1) \\
 &= 1
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Sehingga score properti ke-1 adalah 1. Sistem melakukan perhitungan scoring terhadap semua properti yang ada sesuai dengan pilihan dari pengguna. Proses pengurutan dilakukan dengan cara *descending* yaitu dari yang terbesar ke yang terkecil berdasarkan nilai score yang sudah dikalkulasikan.

Harga:

Luas Tanah:

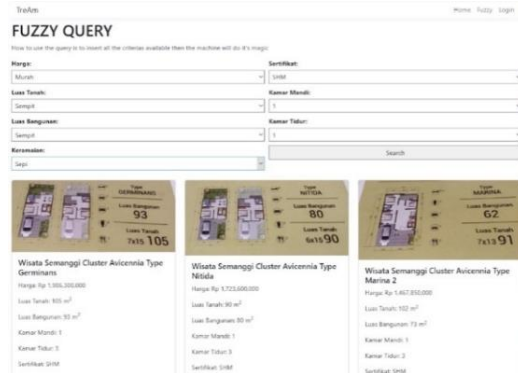
Luas Bangunan:

Keramaian:

Gambar 7. Pilihan Kriteria

C. Website Pencarian Investasi Properti

Setelah sistem pendukung keputusan terbentuk, untuk memudahkan pengguna dalam mencari properti yang diinginkan disediakan sebuah website yang membantu pengguna nantinya. Gambar 8 merupakan tampilan website terdapat bagian inputan yang diquerykan dan dibawahnya daftar properti yang ditampilkan berdasarkan scoring yang dilakukan sebelumnya.



Gambar 8. Halaman Website

Saat di-klik salah satu propertinya pada halaman website maka muncul penjelasan detail properti, deskripsi dan gambar propertinya yang dijelaskan pada gambar 9.



Gambar 9. Halaman Detail Properti

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap awal dari percobaan adalah dengan melakukan fuzifikasi dari 10 data properti yang telah dikumpulkan. Tabel 4 menampilkan data hasil fuzifikasi semua properti. Data ini dijadikan referensi untuk proses query selanjutnya. Dari hasil sistem aplikasi yang dibuat untuk contoh penggunaan fuzzy query dalam website pencarian properti diberikan inputan seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 5. Contoh query percobaan

Fitur	Kelas
Harga	Murah
Luas Tanah	Sempit
Luas Bangunan	Sempit
Keramaian	Sepi

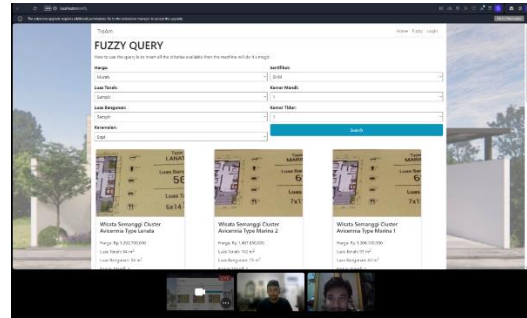
Dari tabel 4 akan dilakukan proses scoring dan ranking dengan membandingkan inputan tersebut dengan tabel 5. Proses scoring dilakukan dengan cara menjumlahkan nilai fungsi keanggotaan yang sesuai dengan pilihan pengguna. Tabel 6 menampilkan hasil scoring setiap data properti sesuai query dari pengguna.

Tabel 6. Hasil urutan *score* dari data properti

data	score
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
8	0.33
7	0
9	0
10	0

Dari percobaan yang dilakukan didapatkan bahwa data 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 sebagai properti yang dianjurkan untuk melakukan investasi sesuai dengan query. Jika kita lihat dari data ternyata fitur keramaian dengan nilai 'sepi' mendominasi dari hasil query yang dilakukan. Dimana data-data tersebut memiliki nilai pembobotan 1 pada fungsi keanggotaan keramaian. Dari hasil kita lihat bahwa masih terdapat kekurangan dari sistem pada proses agregasi nilai keanggotaan fuzzy, dimana terlihat kurang seimbang dalam hal pembobotan kuerinya dan data latih yang tersedia masih sedikit.

Metode pencarian properti biasanya dilakukan dengan mengunjungi website-website ataupun survei langsung sehingga memakan waktu untuk membandingkan antara properti satu dengan yang lain. Pengujian dilakukan secara langsung terhadap seorang investor memberi nilai secara langsung dari kriteria yang telah diberikan pada gambar.



Gambar 10. Uji coba aplikasi oleh investor

Gambar 10 merupakan bukti proses validasi uji coba aplikasi terhadap pengguna. Pada proses ini, didemokan aplikasi yang tersedia dan dilakukan validasi yang tertera pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian	Hasil	Kesimpulan
Hasil Kriteria Fuzzy yang cocok	Hasil kriteria fuzzy sudah cocok dengan kriteria yang dipilih	<i>Valid</i>
Hasil dan urutan properti yang sesuai	Hasil dan urutan properti sudah sesuai dengan kriteria yang dipilih	<i>Valid</i>
Kepuasan Investor	Investor sudah puas dengan hasil pencarian properti	<i>Valid</i>

Batasan dari sistem ini belum menyediakan penilaian dan prediksi dari aspek-aspek proyeksi ROI (Return of Investment), risiko pasar, likuiditas, kredit dan lokasi serta faktor lain yang relevan. Sistem ini hanya membantu pengguna untuk melakukan pencarian properti berdasarkan inputan yang sudah diubah dalam bentuk derajat keanggotaan fuzzy, bukan dalam bentuk *crisp*.

IV. KESIMPULAN

Kebutuhan untuk berinvestasi pada portofolio properti membutuhkan pertimbangan yang matang dikarenakan selain harga yang sangat tinggi juga merupakan aset yang konkret dan *illiquid*, bentuk aset properti sangatlah sulit untuk dicairkan, sehingga perhitungan selain harga, maka luas tanah untuk peletakan keluasan tanah yang bisa dimiliki, luas bangunan sebagai investasi utama bagian investasi properti, dan keramaian untuk kenyamanan properti. Sistem ini membantu untuk merekomendasikan properti sesuai dengan kriteria yang investor inginkan dan terbukti menghasilkan pilihan yang cukup baik.

Sistem ini menggunakan fungsi utama yaitu fuzzy query yang dimana mempertimbangkan nilai-nilai subjektif terhadap properti yang ada dalam sistem, sehingga data rekomendasi setelah dihitung oleh sistem dapat menangkap dari subjektivitas para pengguna dalam menentukan properti yang terbaik untuk mereka. Penilaian fuzzy query ini cukup sederhana dengan kriteria-kriteria yang telah disunting di dalam sistem dan nilai-nilai yang didapatkan dari data-data riil, maka bisa diberikan rekomendasi nilai decision index yang baik untuk para pengguna. Sistem ini masih memiliki kelemahan dari segi penentuan scoring-nya dan perancangannya, karena jika tidak hanya menggunakan agregasi OR atau MAX tanpa memperhitungkan faktor-faktor dan fitur lainnya sehingga hasil scoring masih banyak yang memiliki nilai sama.

REFERENSI

- [1] R. W. Hidayat, "PELUANG DAN TANTANGAN INVESTASI PROPERTI DI INDONESIA," *Jurnal Akuntansi AKUNESA*, vol. 2, pp. 1-18, 2014.
- [2] R. R. Trippi, "Decision Support and Expert Systems for Real Estate Investment Decisions: A Review," *Sigma Research Associates*, vol. 20, no. 5, pp. 50-60, 1990.
- [3] R. R. Trippi, "A Decision Support System for Real Estate Investment Portfolio Management," *Sigma Research Associates*, vol. 16, pp. 47-54, 1989.
- [4] Rumah.com, "Pasar Properti Di Surabaya Awal 2022 dan Rekomendasinya," Rumah.com, 2022. [Online]. Available: <https://www.rumah.com/areainsider/surabaya/article/pasar-properti-di-surabaya-14382>. [Diakses 22 4 2024].
- [5] Sunarsip, "Prospek Properti 2024: Potensi Pertumbuhan dan Tantangannya," CNBC Indonesia, 31 Januari 2024. [Online]. Available: <https://www.cnbcindonesia.com/opini/20240131115052-14-510443/prospek-properti-2024-potensi-pertumbuhan-dan-tantangannya>. [Diakses 29 Juli 2024].
- [6] M. Nikraves dan B. Azvine, "Fuzzy queries, search, and decision support system," *Soft Computing*, vol. 6, pp. 373-399, 2002.
- [7] A. Moreau, O. Pivert dan G. Smits, "Fuzzy Query By Example," dalam *The 33rd ACM/SIGAPP Symposium On Applied Computing*, Pau, 2018.
- [8] Manda, O. Harvence, A. Johar dan Ernawati, "IMPLEMENTASI FUZZY QUERY DATABASE UNTUK PENGELOLAAN DATA OBAT (Studi Kasus: Apotek Sehat Bersama I Kota Bengkulu)," *Jurnal Rekursif*, vol. 4, no. 1, 2016.
- [9] S. a. D. Liu, A. a. Whitfield dan R. a. Boyle, "Integration of decision support systems to improve decision support performance," *Knowledge and Information Systems*, vol. 22, no. 3, pp. 261-286, 2010.
- [10] P. Chyan, "Decision Support System for Property Investment Selection in Makassar City," *Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 14, no. 23, pp. 8705-8711, 2019.
- [11] R. Valverde, "A Risk Management Decision Support System for the Real Estate Industry," *International Journal of Information and Communication Technology Research*, vol. 1, no. 3, pp. 139-147, 2011.
- [12] A. Faisol, M. A. Muslim dan H. Suyono, "Komparasi Fuzzy AHP dengan AHP pada Sistem Pendukung Keputusan Investasi Properti," *JEECCIS*, vol. 8, no. 2, pp. 123-128, 2014.
- [13] Z. Efendi, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN LOKASI PERUMAHAN MENGGUNAKAN METODE PROFILE MATCHING," *JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, vol. VI, no. 1, pp. 79 - 86, Desember 2019.
- [14] E. Nurelasari dan E. Purwaningsih, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Rumah Terbaik dengan Metode TOPSIS," *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JUSTIN)*, vol. 08, no. 4, pp. 317-321, 2020.
- [15] N. A. U. N. Muljadi, W. Widekso dan W. T. Atmojo, "Komparasi AHP dengan SAW dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Rumah sebagai Tempat Tinggal," *Jurnal Inovasi Informatika*, vol. 6, no. 2, pp. 64-74, 2021.
- [16] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 718 Tahun 1987 Tentang Kebisingan.
- [17] L. A. Zadeh, "Fuzzy Logic," *Computer*, vol. 21, no. 4, pp. 83-93, 1988.
- [18] M. NikRaves, "Fuzzy conceptual-based search engine using conceptual semantic indexing," dalam *2002 Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society Proceedings. NAFIPS-FLINT 2002*, New Orleans, 2002.