

IMPLEMENTASI FUZZY TAHANI DALAM SISTEM REKOMENDASI PEMILIHAN SMARTPHONE BERBASIS WEB

Wahyu Dwi Prasetyo¹, Astuti Zahrroh², Abdul Khudri Barkah Rizki³, Achmad Rilwanul Izzati⁴,
Danny Brantadikara⁵, Widhia KZ Oktoberza^{*.6}

^{1,2,3,4,5}Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

E-mail: ¹wdprsto@gmail.com, ²astutizahrroh@gmail.com, ⁶widhiakz@unib.ac.id^{*.6}

Informasi Naskah:

Diterima:
28 November 2022

Direvisi:
21 Desember 2022

Disetujui terbit:
23 Desember 2022

Diterbitkan:
Cetak:
13 Januari 2023

Online
13 Januari 2023

Abstract: In 2021, 65.87% of the Indonesian population had a mobile phone. The smartphone market in Indonesia is expected to increase by 8% from the previous year to 44 million units in 2022. Before buying a smartphone, users must consider various factors such as price, specifications, and others. To develop a smartphone selection support system, research uses the Fuzzy Tahani method. The Fuzzy inference system model Tahani will process the input provided by the user and then return the processed result as an output list of smartphone recommendations to the user sorted by fire strength value. As a final result, the fuzzy logic Tahani model can provide accurate smartphone selection recommendations by considering various criteria proportionally.

Keyword: fuzzy Tahani, recommendation, smartphone

Abstrak: Sebanyak 65.87% penduduk Indonesia telah memiliki telepon seluler pada tahun 2021. Pasar *smartphone* di Indonesia diperkirakan meningkat 8% dari tahun sebelumnya menjadi 44 juta unit pada tahun 2022. Pengguna harus mempertimbangkan berbagai faktor seperti harga, spesifikasi, dan lain-lain sebelum memutuskan untuk membeli *smartphone*. Dalam upaya pengembangan sistem pendukung pemilihan *smartphone*, penelitian menggunakan metode Fuzzy Tahani. *Fuzzy inference system* model Tahani akan memproses input yang diberikan oleh user kemudian mengembalikan hasil proses berupa *output* list rekomendasi *smartphone* kepada user yang diurut berdasarkan nilai *fire strength*. Sebagai hasil akhir, model logika fuzzy Tahani dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi pemilihan *smartphone* yang akurat dengan mempertimbangkan berbagai kriteria secara proporsional.

Kata Kunci: fuzzy Tahani, rekomendasi, *smartphone*

PENDAHULUAN

Smartphone perangkat pintar merupakan perangkat elektronik yang memiliki fitur telepon seluler dan komputer pribadi dalam satu perangkat. *Smartphone* memiliki berbagai fitur yang dapat memudahkan pengguna dalam berkomunikasi, mengakses informasi, dan melakukan berbagai aktivitas lainnya. Besarnya manfaat yang diperoleh melalui penggunaan *smartphone* ini diiringi dengan besarnya permintaan pasar

terhadap *smartphone*. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), 65.87% penduduk Indonesia telah memiliki telepon seluler pada tahun 2021 (Statistik, 2021). Selain itu, survey yang dilakukan oleh *International Data Corporation* (IDC) juga menunjukkan bahwa pasar *smartphone* di Indonesia diperkirakan meningkat 8% dari tahun sebelumnya menjadi 44 juta unit pada tahun 2022 (Aurelia & Tjandradinata, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan akan

smartphone semakin meningkat di Indonesia.

Sejalan dengan kebutuhan yang terus meningkat, penawaran yang dilakukan oleh perusahaan teknologi pun semakin beragam. Berdasarkan survey Populix pada Agustus 2022, terdapat 8 merk *smartphone* yang mendominasi pasar Indonesia (Populix, 2022). Banyaknya jenis *smartphone* yang dirilis oleh tiap merk menyebabkan banyaknya pilihan yang tersedia bagi masyarakat yang ingin membeli *smartphone*. Pengguna harus mempertimbangkan berbagai faktor seperti harga, spesifikasi, dan lain-lain sebelum memutuskan untuk membeli *smartphone*. Hal ini dapat menyulitkan pengguna dalam menentukan pembelian *smartphone* yang sesuai dengan preferensi mereka.

Dalam upaya pengembangan sistem pendukung pemilihan *smartphone*, penelitian (Sarifah & Merlina, 2015) menghasilkan sistem penunjang keputusan pemilihan *handphone* menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Metode tersebut menggunakan nilai bobot dari kriteria dan alternatif sehingga diperoleh hasil akhir dengan perankingan nilai bobot tertinggi. Dalam penelitian ini digunakan metode Fuzzy Tahani. Metode fuzzy dipilih karena mampu menghasilkan informasi lebih cepat, praktis, sederhana, dan mudah dipahami oleh masyarakat umum (Mubarrok & Abadi, 2015). Sedangkan metode Fuzzy Tahani itu sendiri bekerja dengan menggunakan relasi basis data standard, namun menggunakan teori himpunan fuzzy untuk mendapatkan informasi di dalamnya menggunakan pemrosesan kueri fuzzy (Sahir et al., 2018). Selain itu, berdasarkan penelitian yang telah ada sebelumnya menunjukkan bahwasanya Fuzzy Tahani mampu memberikan rekomendasi berdasarkan perankingan nilai firestrength dari variable yang user pilih (Prasetyo et al., 2018).

Berikut berapa penelitian yang telah menerapkan metode Fuzzy Tahani dalam pembuatan sistem pendukung keputusan. Penelitian yang dilakukan

(Sahir et al., 2018) menggunakan metode Fuzzy Tahani sebagai pendukung keputusan pemilihan tablet komputer. Penelitian tersebut berhasil memberikan dukungan keputusan melalui rekomendasi tablet komputer berdasarkan kriteria harga, ukuran, kapasitas memori, dan RAM. Penelitian yang dilakukan (Syahroni & Rachmatullah, 2018) juga berhasil mengembangkan sistem pendukung keputusan yang mampu memberikan rekomendasi pemilihan laptop berdasarkan kriteria fuzzy harga, LCD, harddisk, memory, processor, dan garansi. Melalui penerapan Fuzzy Tahani dalam pengembangan sistem pendukung pemilihan *smartphone*, diharapkan masyarakat dapat terbantu dalam proses pemilihan *smartphone* yang ingin dibeli.

TINJUAN PUSTAKA

1. FUZZY TAHANI

Basis data fuzzy Tahani merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh informasi dari data-data yang bersifat ambigu berdasarkan fungsi keanggotaan yang mewakili derajat kedekatan suatu objek terhadap atribut tertentu dalam teori himpunan fuzzy (Amalia, 2016). Fuzzy model Tahani menggunakan *Structured Query Language* (SQL) untuk melakukan pemrosesan query fuzzy, yang dinilai sangat cocok untuk proses pencarian data yang akurat (Wijaya et al., 2021).

Metode Fuzzy database model Tahani menggunakan teori himpunan fuzzy untuk mendapatkan informasinya. Tahapan yang dijalankan pada metode fuzzy database model tahani ini antara lain sebagai berikut.

a. Menggambarkan Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah kurva yang menunjukkan derajat keanggotaan dari sebuah input data dalam rentang nilai dari 0 hingga 1. Kurva segitiga dan kurva bahu adalah contoh dari fungsi yang dapat digunakan untuk menghitung nilai keanggotaan. Setiap fungsi tersebut akan menghasilkan rentang nilai dari 0 sampai 1 dengan cara yang berbeda.

Sebagai contoh, jika μ_F adalah fungsi keanggotaan suatu elemen dalam himpunan F , nilai keanggotaan dari elemen X dapat dinyatakan sebagai $\mu_F(X)$ dengan rentang nilai antara 0 dan 1 (Syahroni & Rachmatullah, 2018).

b. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah tahap pertama dalam proses perhitungan fuzzy yang bertujuan untuk mengubah nilai tegas menjadi nilai fuzzy. Prosesnya adalah dengan memasukkan sebuah besaran analog sebagai input, kemudian memasukkannya ke dalam batas domain dari fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan ini biasa disebut juga fungsi keanggotaan input. Output dari proses fuzzyfikasi adalah sebuah nilai input fuzzy atau biasa disebut fuzzy input (Syahroni & Rachmatullah, 2018).

c. Fuzzyfikasi Query

Fuzzyfikasi query dianggap sebagai sebuah query non fuzzy pada sistem DBMS yang akan diterapkan untuk membuat sebuah sistem logika fuzzy query. Konsep dari sebuah relasi fuzzy dalam DBMS menggunakan derajat keanggotaan μ yang didefinisikan pada kumpulan domain $X = (X_1, \dots, X_n)$, dan telah digenerate pada relasi luar oleh nilai tengah fuzzy. Sintaks query yang dapat digunakan adalah "Select... from... where ..." yang menggunakan query konvensional sebagai dasar. Dengan demikian, fuzzyfikasi query merupakan sebuah sistem DBMS yang menerapkan logika fuzzy pada query untuk mengelola relasi fuzzy (Syahroni & Rachmatullah, 2018).

d. Operasi Himpunan Fuzzy

Seperti pada himpunan konvensional, terdapat beberapa operasi yang dapat digunakan untuk memodifikasi dan mengkombinasikan himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari dua himpunan fuzzy dikenal dengan istilah *Fire strength* atau *a-predikat*. Operator dasar seperti AND dan OR dapat digunakan dalam proses query (Syahroni & Rachmatullah, 2018). a-

predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil dari elemen-elemen pada himpunan yang bersangkutan, yang dapat dinotasikan dengan

$$\mu A \cap B = \min(\mu A[x], \mu B[x]) \quad (1)$$

Sedangkan untuk hasil operasi dengan operator OR dapat diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar dari elemen-elemen pada himpunan yang bersangkutan, yang dapat dinotasikan dengan

$$\mu A \cup B = \max(\mu A[x], \mu B[x]) \quad (2)$$

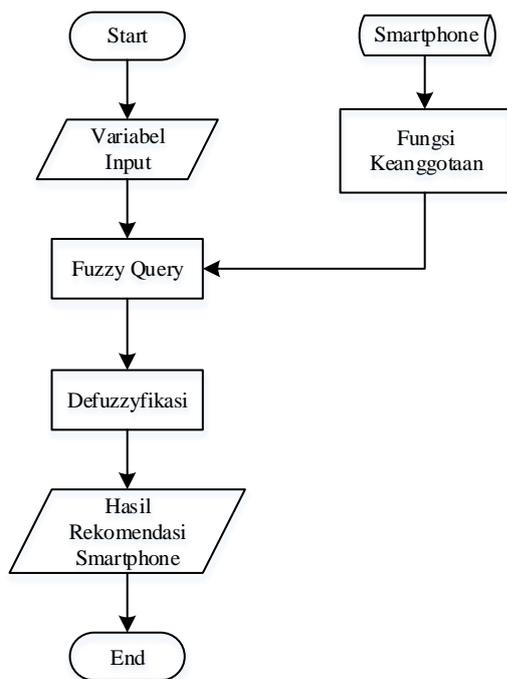
Nilai *fire strength* juga dapat diperoleh dengan menghitung rata-rata nilai keanggotaan dari dua atau lebih himpunan fuzzy (Astari & Komarudin, 2018; Setiawan, 2020), di mana rekomendasi akan diberikan dengan urutan dari nilai *fire strength* terbesar hingga yang paling kecil.

METODOLOGI PENELITIAN

1. METODE Fuzzy INFERENCE SYSTEM

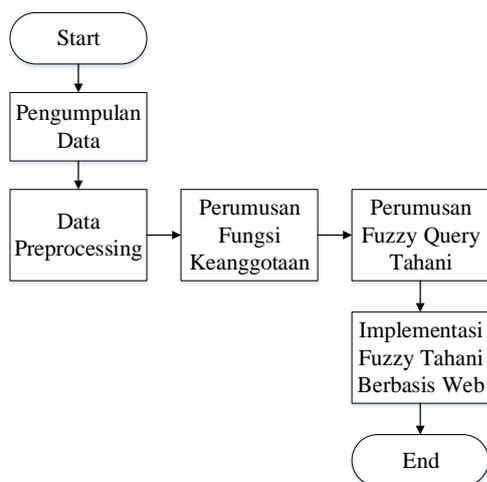
Pada paper ini digunakan Metode Fuzzy model Tahani untuk melakukan inferensi yang akan menghasilkan rekomendasi. *Fuzzy inference system* akan memproses *input* yang diberikan oleh user dan kemudian akan mengembalikan hasil proses berupa *output* list rekomendasi *smartphone* kepada user yang diurut berdasarkan nilai *fire strength*. Alur dari sistem pendukung pembelian *smartphone* digambarkan pada Gambar 1.

Pertama, pengguna akan memasukkan data *input* yang mewakili kriteria *smartphone*. Selanjutnya, data *input* akan diproses melalui *fuzzy query* sehingga dihasilkan komponen derajat keanggotaan penentu hasil rekomendasi. Terakhir, dilakukan proses *defuzzyfikasi* yang akan menghasilkan daftar rekomendasi *smartphone* kepada pengguna (Prasetyo et al., 2018).



Gambar 1. Alur kerja sistem

Adapun alur penelitian secara umum disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur penelitian

Pada penelitian ini, data *smartphone* yang telah dikumpulkan diproses dan disesuaikan untuk kemudian diolah dengan menggunakan metode *fuzzy inference system* Tahani. Proses yang dilakukan selanjutnya adalah perumusan fungsi keanggotaan yang bertujuan untuk mengolah data menjadi komponen derajat keanggotaan yang akan digunakan dalam rekomendasi. Kemudian, dilakukan perumusan terhadap fuzzy query Tahani yang berfungsi untuk mengolah komponen

derajat keanggotaan untuk menghasilkan daftar rekomendasi *smartphone* yang valid. Hasil rekomendasi *smartphone* yang dapat digunakan oleh pengguna akan ditampilkan pada implementasi sistem berbasis web.

2. METODE PENGUMPULAN DATA

Dalam penelitian ini, data yang digunakan merupakan data *smartphone* yang diperoleh dari Kaggle (Garai, 2022). Data tersebut kemudian diolah dan disesuaikan kembali sehingga dihasilkan data olahan (Prasetio et al., 2022). Penyesuaian dilakukan terhadap atribut-atribut yang diolah serta merk *smartphone* yang digunakan.

Pemilihan atribut data yang digunakan didasarkan pada (Susanto et al., 2020) yang juga mengembangkan sistem referensi pemilihan *smartphone*. Atribut yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kecepatan prosesor, jumlah core prosesor, besaran ram (dalam MB), memori internal (dalam GB), resolusi kamera utama (dalam piksel), kamera sekunder (dalam piksel), kapasitas baterai (dalam mAh), sistem operasi, ukuran layar (dalam inch), harga (dalam Rp), dan skor performa yang diperoleh dari Antutu Benchmark. Atribut performa ditambahkan sebagai upaya menangani kelemahan penelitian (Susanto et al., 2020) yang tidak membahas mengenai kebutuhan *lifestyle* dalam memilih *smartphone*, salah satunya terkait kriteria kemampuan *gaming* yang bersifat non-teknis. Skor performa Antutu mengukur kinerja CPU, GPU dan RAM yang juga berpengaruh dalam menjalankan aplikasi gim (Prakash et al., 2016). Maka dari itu, atribut ini digunakan sebagai tolok ukur bagi performa *gaming*.

Merk *smartphone* yang digunakan disesuaikan dengan merk *smartphone* yang banyak beredar di Indonesia, yang meliputi Apple, Asus, Blackberry, Google, Huawei, Infinix, Lenovo, OnePlus, Oppo, Realme, Samsung, Vivo, dan Xiaomi. Total data hasil olahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah 418 data *smartphone*, lebih banyak dibanding (Susanto et al., 2020) yang hanya menggunakan 49 data *smartphone*. Data disimpan dalam format

csv kemudian diimpor ke dalam basis data MySQL.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan tahapan penelitian yang dilakukan, diperoleh hasil dari masing-masing tahap, yaitu fungsi derajat keanggotaan, fuzzifikasi, dan hasil implementasi fuzzy Tahani untuk proses pemilihan *smartphone*. Masing-masing hasil tersebut akan dibahas secara lebih detail di bawah ini.

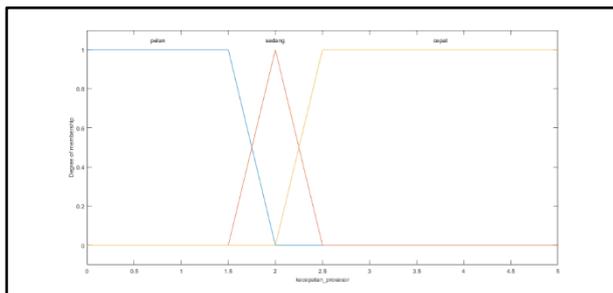
1. FUNGSI DERAJAT KEANGGOTAAN

Untuk menentukan fungsi derajat keanggotaan, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan variabel input yang terdiri dari nilai dari 11 kriteria, yaitu kecepatan prosesor, jumlah core prosesor, besaran ram, memori internal, resolusi kamera utama, kamera sekunder, kapasitas baterai, sistem operasi, ukuran layar, harga, dan skor performa. Kesebelas kriteria tersebut digunakan sebagai variabel input dari fungsi keanggotaan fuzzy. Tahapan ini diperlukan untuk memudahkan konsumen untuk menyatakan standar atribut yang dibutuhkan dalam bahasa sehari-hari (Wijaya et al., 2021).

Variabel, himpunan fuzzy masing-masing variabel, serta fungsi keanggotaan dari masing-masing variabel ditentukan sebagai berikut.

1.1. Fungsi Keanggotaan Variabel Kecepatan Prosesor

Variabel kecepatan prosesor memiliki tiga himpunan fuzzy, yaitu pelan, sedang, dan cepat. Fungsi keanggotaan variabel kecepatan prosesor didasari pada penelitian (Wijaya et al., 2021), dengan representasi grafik keanggotaan terlihat pada Gambar .



Gambar 3. Representasi Fungsi Keanggotaan Kecepatan Prosesor

Rumus fungsi yang menyatakan derajat keanggotaan dari variabel kecepatan prosesor ialah sebagai berikut.

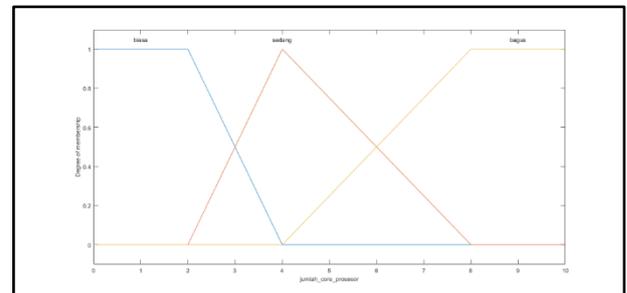
$$\mu_{Pelan} = \begin{cases} 1; X \leq 1.5 \\ \frac{2-X}{0.5}; 1.5 < X < 2 \\ 0; X \geq 2 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; X \leq 1.5 \cup X \geq 2.5 \\ \frac{X-1.5}{0.5}; 1.5 < X \leq 2 \\ \frac{2.5-X}{0.5}; 2 < X < 2.5 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{Cepat} = \begin{cases} 0; X \leq 2.5 \\ \frac{X-2}{0.5}; 2 < X < 2.5 \\ 1; X \geq 2.5 \end{cases} \quad (5)$$

1.2. Fungsi Keanggotaan Variabel Core Prosesor

Variabel core prosesor memiliki tiga himpunan fuzzy, yaitu biasa, sedang, dan bagus. Fungsi keanggotaan variabel core prosesor didasari pada penelitian (Wijianto, 2017), dengan representasi grafik keanggotaan terlihat pada Gambar .



Gambar 4. Representasi Fungsi Keanggotaan Core Prosesor

Rumus fungsi yang menyatakan derajat keanggotaan dari variabel core prosesor ialah sebagai berikut.

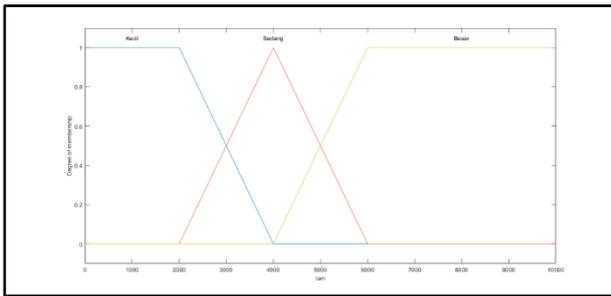
$$\mu_{Biasa} = \begin{cases} 1; X \leq 2 \\ \frac{4-X}{2}; 2 < X < 4 \\ 0; X \geq 4 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; X \leq 2 \cup X \geq 6 \\ \frac{X-2}{4}; 2 < X \leq 4 \\ \frac{6-X}{4}; 4 < X < 6 \end{cases}$$

$$\mu_{Bagus} = \begin{cases} 0; X \leq 4 \\ \frac{X-4}{4}; 4 < X < 8 \\ 1; X \geq 8 \end{cases} \quad (7)$$

(8)

1.3. Fungsi Keanggotaan Variabel RAM
Variabel RAM memiliki tiga himpunan fuzzy, yaitu kecil, sedang, dan besar. Fungsi keanggotaan variabel RAM didasari pada penelitian (Wijaya et al., 2021), dengan representasi grafik keanggotaan terlihat pada Gambar .



Gambar 5. Representasi Fungsi Keanggotaan RAM

Rumus fungsi yang menyatakan derajat keanggotaan dari variabel RAM ialah sebagai berikut.

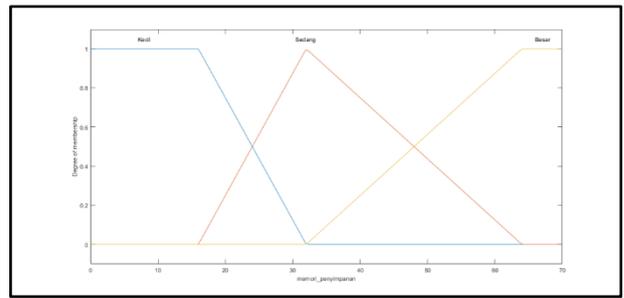
$$\mu_{Kecil} = \begin{cases} 1; X \leq 2000 \\ \frac{4000 - X}{2000}; 2000 < X < 4000 \\ 0; X \geq 4000 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; X \leq 2000 \cup X \geq 6000 \\ \frac{X - 2000}{2000}; 2000 < X \leq 4000 \\ \frac{6000 - X}{2000}; 4000 < X < 6000 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_{Besar} = \begin{cases} 0; X \leq 4000 \\ \frac{X - 4000}{2000}; 4000 < X < 6000 \\ 1; X \geq 6000 \end{cases} \quad (11)$$

1.4. Fungsi Keanggotaan Variabel Memori Internal

Variabel memori internal memiliki tiga himpunan fuzzy, yaitu kecil, sedang, dan besar. Fungsi keanggotaan variabel memori internal didasari pada penelitian (Wijaya et al., 2021), dengan representasi grafik keanggotaan terlihat pada Gambar .



Gambar 6. Representasi Fungsi Keanggotaan Memori Internal

Rumus fungsi yang menyatakan derajat keanggotaan dari variabel memori internal ialah sebagai berikut.

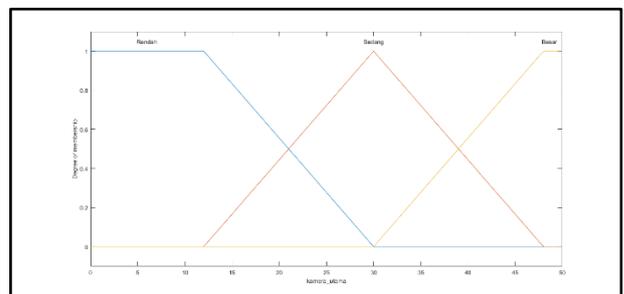
$$\mu_{Kecil} = \begin{cases} 1; X \leq 16 \\ \frac{32 - X}{16}; 16 < X < 32 \\ 0; X \geq 32 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; X \leq 16 \cup X \geq 64 \\ \frac{X - 16}{16}; 16 < X \leq 32 \\ \frac{64 - X}{32}; 32 < X < 64 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{Besar} = \begin{cases} 0; X \leq 32 \\ \frac{X - 32}{32}; 32 < X < 64 \\ 1; X \geq 64 \end{cases} \quad (3)$$

1.5. Fungsi Keanggotaan Variabel Kamera Utama

Variabel kamera utama memiliki tiga himpunan fuzzy, yaitu rendah, sedang, dan besar. Fungsi keanggotaan variabel kamera utama didasari pada penelitian (Wijaya et al., 2021), dengan representasi grafik keanggotaan terlihat pada Gambar .



Gambar 7. Representasi Fungsi Keanggotaan Kamera Utama

Rumus fungsi yang menyatakan derajat keanggotaan dari variabel kamera utama ialah sebagai berikut.

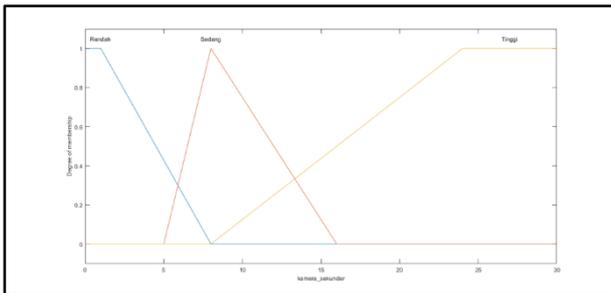
$$\mu_{Rendah} = \begin{cases} 1; X \leq 12 \\ \frac{30 - X}{18}; 12 < X < 30 \\ 0; X \geq 30 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; X \leq 12 \cup X \geq 48 \\ \frac{X - 12}{18}; 12 < X \leq 30 \\ \frac{48 - X}{18}; 30 < X < 48 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{Besar} = \begin{cases} 0; X \leq 48 \\ \frac{X - 30}{18}; 30 < X < 48 \\ 1; X \geq 48 \end{cases} \quad (6)$$

1.6. Fungsi Keanggotaan Variabel Kamera Sekunder

Variabel kamera sekunder memiliki tiga himpunan fuzzy, yaitu rendah, sedang, dan besar. Fungsi keanggotaan variabel kamera sekunder didasari pada penelitian (Wijaya et al., 2021), dengan representasi grafik keanggotaan terlihat pada Gambar .



Gambar 8. Representasi Fungsi Keanggotaan Kamera Sekunder

Rumus fungsi yang menyatakan derajat keanggotaan dari variabel kamera sekunder ialah sebagai berikut.

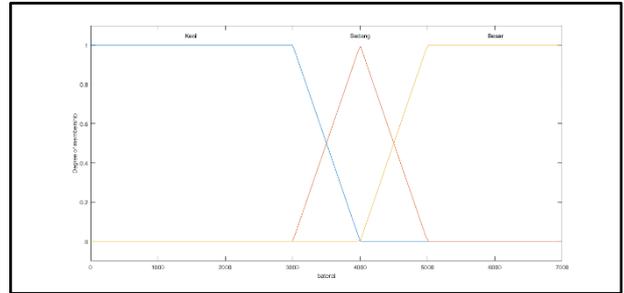
$$\mu_{Rendah} = \begin{cases} 1; X \leq 1 \\ \frac{8 - X}{7}; 1 < X < 8 \\ 0; X \geq 8 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; X \leq 5 \cup X \geq 16 \\ \frac{X - 5}{3}; 5 < X \leq 8 \\ \frac{16 - X}{8}; 8 < X < 16 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{Besar} = \begin{cases} 0; X \leq 8 \\ \frac{X - 8}{16}; 8 < X < 24 \\ 1; X \geq 24 \end{cases} \quad (20)$$

1.7. Fungsi Keanggotaan Variabel Baterai

Variabel baterai memiliki tiga himpunan fuzzy, yaitu kecil, sedang, dan besar. Fungsi keanggotaan variabel baterai didasari pada penelitian (Wijaya et al., 2021), dengan representasi grafik keanggotaan terlihat pada Gambar .



Gambar 9. Representasi Fungsi Keanggotaan Baterai

Rumus fungsi yang menyatakan derajat keanggotaan dari variabel baterai ialah sebagai berikut.

$$\mu_{Kecil} = \begin{cases} 1; X \leq 3000 \\ \frac{4000 - X}{1000}; 3000 < X < 4000 \\ 0; X \geq 4000 \end{cases} \quad (21)$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; X \leq 3000 \cup X \geq 5000 \\ \frac{X - 3000}{1000}; 3000 < X \leq 4000 \\ \frac{5000 - X}{1000}; 4000 < X < 5000 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{Besar} = \begin{cases} 0; X \leq 4000 \\ \frac{X - 4000}{1000}; 4000 < X < 5000 \\ 1; X \geq 5000 \end{cases} \quad (10)$$

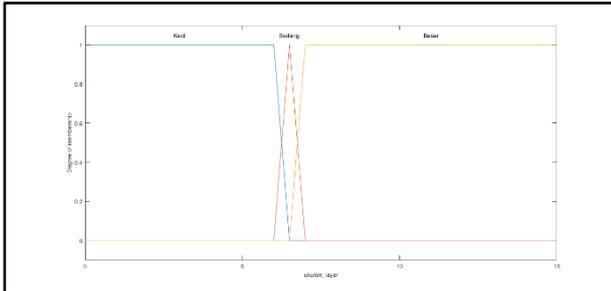
1.8. Fungsi Keanggotaan Variabel Sistem Operasi

Variabel sistem operasi bukan merupakan variabel fuzzy. Anggota himpunan crispnya yaitu Android, iOS, dan lainnya. Fungsi keanggotaannya didefinisikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \mu_{SO-Android} &= \begin{cases} 1; SO = "Android" \\ 0; SO \neq "Android" \end{cases} \\ \mu_{SO-iOS} &= \begin{cases} 1; SO = "iOS" \\ 0; SO \neq "iOS" \end{cases} \\ \mu_{SO-Lainnya} &= \begin{cases} 1; SO \notin \{"Android", "iOS"\} \\ 0; SO \in \{"Android", "iOS"\} \end{cases} \end{aligned}$$

1.9. Fungsi Keanggotaan Variabel Ukuran Layar

Variabel ukuran layar memiliki tiga himpunan fuzzy, yaitu kecil, sedang, dan besar. Fungsi keanggotaan variabel ukuran layar didasari pada penelitian (Wijaya et al., 2021), dengan representasi grafik keanggotaan terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Representasi Fungsi Keanggotaan Ukuran Layar

Rumus fungsi yang menyatakan derajat keanggotaan dari variabel ukuran layar ialah sebagai berikut.

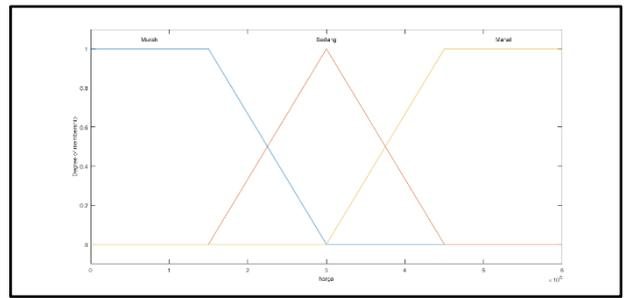
$$\mu_{Kecil} = \begin{cases} 1; X \leq 6 \\ \frac{6.5 - X}{5}; 6 < X < 6.5 \\ 0; X \geq 6.5 \end{cases} \quad (11)$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; X \leq 6 \cup X \geq 7 \\ \frac{X - 6}{0.5}; 6 < X \leq 6.5 \\ \frac{7 - X}{0.5}; 6.5 < X < 7 \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu_{Besar} = \begin{cases} 0; X \leq 6.5 \\ \frac{X - 6.5}{0.5}; 6.5 < X < 7 \\ 1; X \geq 7 \end{cases} \quad (13)$$

1.10. Fungsi Keanggotaan Variabel Harga

Variabel harga memiliki tiga himpunan fuzzy, yaitu murah, sedang, dan mahal. Fungsi keanggotaan variabel harga didasari pada penelitian (Wijaya et al., 2021), dengan representasi grafik keanggotaan terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Representasi Fungsi Keanggotaan Harga

Rumus fungsi yang menyatakan derajat keanggotaan dari variabel harga ialah sebagai berikut.

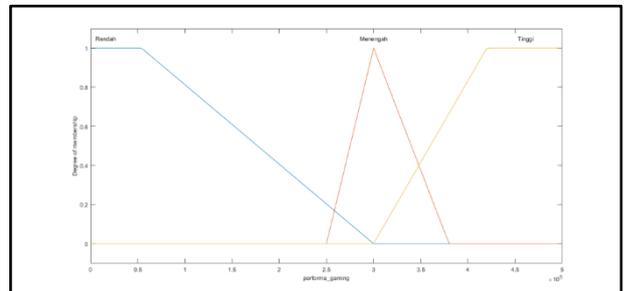
$$\mu_{Murah} = \begin{cases} 1; X \leq 1500000 \\ \frac{3000000 - X}{1500000}; 1500000 < X < 3000000 \\ 0; X \geq 3000000 \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; X \leq 1500000 \cup X \geq 4500000 \\ \frac{X - 1500000}{1500000}; 1500000 < X \leq 3000000 \\ \frac{4500000 - X}{1500000}; 3000000 < X < 4500000 \end{cases} \quad (15)$$

$$\mu_{Mahal} = \begin{cases} 0; X \leq 3000000 \\ \frac{X - 3000000}{1500000}; 3000000 < X < 4500000 \\ 1; X \geq 4500000 \end{cases} \quad (16)$$

1.11. Fungsi Keanggotaan Variabel Skor Performa

Variabel kecepatan prosesor memiliki tiga himpunan fuzzy, yaitu pelan, sedang, dan cepat. Fungsi keanggotaan variabel kecepatan prosesor didasari pada penelitian (Wijaya et al., 2021), dengan representasi grafik keanggotaan terlihat pada Gambar .



Gambar 12. Representasi Fungsi Keanggotaan Performa

Rumus fungsi yang menyatakan derajat keanggotaan dari variabel performa ialah sebagai berikut.

$$\mu_{Rendah} = \begin{cases} 1; X \leq 54000 \\ \frac{300000 - X}{246000}; 300000 < X < 54000 \\ 0; X \geq 300000 \end{cases} \quad (30)$$

$$\mu_{Mngh} = \begin{cases} 0; X \leq 250000 \cup X \geq 380000 \\ \frac{X - 250000}{50000}; 250000 < X \leq 300000 \\ \frac{380000 - X}{80000}; 300000 < X < 380000 \end{cases} \quad (31)$$

$$\mu_{Tngi} = \begin{cases} 0; X \leq 300000 \\ \frac{X - 300000}{120000}; 300000 < X < 420000 \\ 1; X \geq 420000 \end{cases} \quad (32)$$

2. FUZZIFIKASI

Tahap selanjutnya adalah fuzzifikasi, yaitu menghitung nilai derajat keanggotaan himpunan fuzzy pada tiap variabel.

2.1 Fungsi Keanggotaan Variabel Kecepatan Prosesor

Variabel kecepatan prosesor memiliki himpunan fuzzy pelan, sedang, dan cepat. Untuk menghitung derajat keanggotaan pelan digunakan rumus (30), untuk derajat keanggotaan sedang digunakan rumus (31), dan derajat keanggotaan cepat digunakan rumus (32). Hasil perhitungan derajat keanggotaan variabel kecepatan prosesor pada sampel data *smartphone* dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Derajat Keanggotaan Variabel Kecepatan Prosesor

Id	Nama	Kec. Prosesor	Derajat Keanggotaan		
			Pelan	Se-dang	Cepat
1	iPhone 11 Pro Max	2.65	0	0	1
2	iPhone 11	2.65	0	0	1
3	Apple iPhone XR	2.49	0	0.02	0.98
...

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

2.2 Fungsi Keanggotaan Variabel Core Prosesor

Variabel core prosesor memiliki himpunan fuzzy biasa, sedang, dan

bagus. Untuk menghitung derajat keanggotaan biasa digunakan rumus (6), untuk derajat keanggotaan sedang digunakan rumus (7), dan derajat keanggotaan bagus digunakan rumus (8). Hasil perhitungan derajat keanggotaan variabel core prosesor pada sampel data *smartphone* dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Derajat Keanggotaan Variabel Core Prosesor

Id	Nama	Core Prosesor	Derajat Keanggotaan		
			Biasa	Se-dang	Bagus
1	iPhone 11 Pro Max	6	0	0.5	0.5
2	iPhone 11	6	0	0.5	0.5
3	Apple iPhone XR	6	0	0.5	0.5
...

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

2.3 Fungsi Keanggotaan Variabel RAM

Variabel RAM memiliki himpunan fuzzy kecil, sedang, dan besar. Untuk menghitung derajat keanggotaan kecil digunakan rumus (9), untuk derajat keanggotaan sedang digunakan rumus (10), dan derajat keanggotaan besar digunakan rumus (11). Hasil perhitungan derajat keanggotaan variabel RAM pada sampel data *smartphone* dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Derajat Keanggotaan Variabel RAM

Id	Nama	RAM (MB)	Derajat Keanggotaan		
			Kecil	Sedang	Besar
1	iPhone 11 Pro Max	4000	0	1	0
2	iPhone 11	4000	0	1	0
3	Apple iPhone XR	3000	0.5	0.5	0
...

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

2.4 Fungsi Keanggotaan Variabel Memori Internal

Variabel memori internal memiliki himpunan fuzzy kecil, sedang, dan besar.

Untuk menghitung derajat keanggotaan kecil digunakan rumus (12), untuk derajat keanggotaan sedang digunakan rumus (13), dan derajat keanggotaan besar digunakan rumus (14). Hasil perhitungan derajat keanggotaan variabel memori internal pada sampel data *smartphone* dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Derajat Keanggotaan Variabel Memori Internal

Id	Nama	Mem. Internal	Derajat Keanggotaan		
			Kecil	Sedang	Besar
1	iPhone 11 Pro Max	64	0	0	1
2	iPhone 11	64	0	0	1
3	Apple iPhone XR	64	0	0	1
...

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

2.5 Fungsi Keanggotaan Variabel Kamera Utama

Variabel kamera utama memiliki himpunan fuzzy rendah, sedang, dan besar. Untuk menghitung derajat keanggotaan rendah digunakan rumus (15), untuk derajat keanggotaan sedang digunakan rumus (16), dan derajat keanggotaan besar digunakan rumus (17). Hasil perhitungan derajat keanggotaan variabel kamera utama pada sampel data *smartphone* dapat dilihat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Derajat Keanggotaan Variabel Kamera Utama

Id	Nama	Kam. Utama	Derajat Keanggotaan		
			Ren-dah	Sedang	Besar
1	iPhone 11 Pro Max	12	1	0	0
2	iPhone 11	12	1	0	0
3	Apple iPhone XR	12	1	0	0
...

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

2.6 Fungsi Keanggotaan Variabel Kamera Sekunder

Variabel kamera sekunder memiliki himpunan fuzzy rendah, sedang, dan besar. Untuk menghitung derajat keanggotaan rendah digunakan rumus (18), untuk derajat keanggotaan sedang digunakan rumus (19), dan derajat keanggotaan besar digunakan rumus (20). Hasil perhitungan derajat keanggotaan variabel kamera sekunder pada sampel data *smartphone* dapat dilihat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Derajat Keanggotaan Variabel Kamera Sekunder

Id	Nama	Kame-ra Sek.	Derajat Keanggotaan		
			Ren-dah	Sedang	Besar
1	iPhone 11 Pro Max	12	0	0.5	0
2	iPhone 11	12	0	0.5	0
3	Apple iPhone XR	7	0	0.667	0
...

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

2.7 Fungsi Keanggotaan Variabel Baterai

Variabel baterai memiliki himpunan fuzzy kecil, sedang, dan besar. Untuk menghitung derajat keanggotaan kecil digunakan rumus (21), untuk derajat keanggotaan sedang digunakan rumus (22), dan derajat keanggotaan besar digunakan rumus (23). Hasil perhitungan derajat keanggotaan variabel baterai pada sampel data *smartphone* dapat dilihat dalam Tabel 7.

Tabel 7. Derajat Keanggotaan Variabel Baterai

Id	Nama	Baterai	Derajat Keanggotaan		
			Kecil	Sedang	Be-sar
1	iPhone 11 Pro Max	3969	0.031	0.969	0
2	iPhone 11	3110	0.89	0.11	0
3	Apple iPhone XR	2942	1	0	0
...

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

2.8 Fungsi Keanggotaan Variabel Sistem Operasi

Variabel sistem operasi merupakan himpunan crisp yang memiliki anggota Android, iOS, dan lainnya. Nilai derajat keanggotaan variabel sistem operasi pada sampel data *smartphone* dapat dilihat dalam Tabel 8.

Tabel 8. Derajat Keanggotaan Variabel Sistem Operasi

Id	Nama	SO	Derajat Keanggotaan		
			Android	iOS	Lainnya
1	iPhone 11 Pro Max	iOS	0	1	0
2	iPhone 11	iOS	0	1	0
3	Apple iPhone XR	iOS	0	1	0
...

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

2.9 Fungsi Keanggotaan Variabel Ukuran Layar

Variabel ukuran layar memiliki himpunan fuzzy kecil, sedang, dan besar. Untuk menghitung derajat keanggotaan kecil digunakan rumus (24), untuk derajat keanggotaan sedang digunakan rumus (25), dan derajat keanggotaan besar digunakan rumus (26). Hasil perhitungan derajat keanggotaan variabel ukuran layar pada sampel data *smartphone* dapat dilihat dalam Tabel 9.

Tabel 9. Derajat Keanggotaan Variabel Ukuran Layar

Id	Nama	Ukuran Layar	Derajat Keanggotaan		
			Kecil	Sedang	Besar
1	iPhone 11 Pro Max	6.5	0	1	0
2	iPhone 11	6.1	0.8	0.2	0
3	Apple iPhone XR	6.1	0.8	0.2	0
...

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

2.10 Fungsi Keanggotaan Variabel Harga

Variabel harga memiliki himpunan fuzzy murah, sedang, dan mahal. Untuk menghitung derajat keanggotaan murah digunakan rumus (27), untuk derajat keanggotaan sedang digunakan rumus (28) dan derajat keanggotaan mahal digunakan rumus (29). Hasil perhitungan derajat keanggotaan variabel harga pada sampel data *smartphone* dapat dilihat dalam Tabel 10.

Tabel 10. Derajat Keanggotaan Variabel Harga

Id	Nama	Harga	Derajat Keanggotaan		
			Murah	Sedang	Mahal
1	iPhone 11 Pro Max	18.999.000	0	0	1
2	iPhone 11	7.999.999	0	0	1
3	Apple iPhone XR	9.099.800	0	0	1
...

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

2.11 Fungsi Keanggotaan Variabel Skor Performa

Variabel performa memiliki himpunan fuzzy rendah, menengah, tinggi. Untuk menghitung derajat keanggotaan rendah digunakan rumus (30), untuk derajat keanggotaan menengah digunakan rumus (31), dan derajat keanggotaan tinggi digunakan rumus (32). Hasil perhitungan derajat keanggotaan variabel skor performa pada sampel data *smartphone* dapat dilihat dalam Tabel 11.

Tabel 11. Derajat Keanggotaan Variabel Skor Performa

Id	Nama	Skor Performa	Derajat Keanggotaan		
			Rendah	Menengah	Tinggi
1	iPhone 11 Pro Max	459713	0	0	1
2	iPhone 11	419453	0	0	0.9891

Id	Nama	Skor Performa	Derajat Keanggotaan		
			Ren-dah	Mene-ngah	Ting-gi
3	Apple iPhone XR	341196	0	0.4851	0
...

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

3. FUZZYFIKASI QUERY DAN DEFUZZYFIKASI

Query fuzzy dieksekusi sesuai dengan *input* yang diberikan oleh pengguna. Masukan yang diberikan oleh pengguna akan mempengaruhi *Structured Query Language (SQL)* yang dibentuk dan dieksekusi oleh sistem. Misalnya, pengguna menginginkan rekomendasi dengan ketentuan derajat

keanggotaan variabel kecepatan prosesor = "Cepat", core prosesor = "Bagus", ram = "Besar", memori internal = "Besar", kamera utama = "Rendah", kamera sekunder = "Sedang", baterai = "Sedang", ukuran layar = "Sedang", harga = "Mahal", dan performa = "Tinggi", maka hasilnya terlihat seperti pada Tabel 12. Hasil rekomendasi menunjukkan bahwa iPhone 11 Pro Max memiliki nilai rekomendasi yang paling tinggi di antara tiga yang lainnya, yaitu 0.797. Produk yang direkomendasikan ini dapat dijadikan pilihan ketika pengguna ingin membeli *smartphone* baru dengan kriteria yang telah ditentukan.

Tabel 12. Hasil Eksekusi Fuzzy Query Pemilihan Smartphone

id	nama	Kec. prosesor cepat	Core prosesor bagus	Ram besar	Mem internal besar	Kam utama rendah	Kam sek. sedang	Baterai sedang	Uk. layar sedang	Harga mahal	Performa tinggi	skor
1	iPhone 11 Pro Max	1	0.5	0	1	1	0.5	0.969	1	1	1	0.797
2	iPhone 11	1	0.5	0	1	1	0.5	0.11	0.2	1	0.9954	0.631
3	Apple iPhone XR	0.98	0.5	0	1	1	0.6667	0	0.2	1	0.3433	0.569
4	Apple iPhone XS Max	0.98	0.5	0	1	1	0.6667	0	1	1	0.4434	0.659
...

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

SQL yang dibentuk pada permintaan di atas adalah sebagai berikut:

```
SELECT id,nama,
       kec_prosesor_cepat,
       core_prosesor_bagus,
       ram_besar,
       mem_internal_besar,
       kam_utama_rendah,
       kam_sekunder_sedang,
       baterai_sedang,
       uk_layar_sedang,
       harga_mahal,
       performa_tinggi,
       ROUND((
         kec_prosesor_cepat+
         core_prosesor_bagus+
         ram_besar+
         mem_internal_besar+
         kam_utama_rendah+
         kam_sekunder_sedang+
         baterai_sedang+
         uk_layar_sedang+
         harga_mahal+
         performa_tinggi
       )/10,3) AS rekomendasi
FROM view_derajat;
```

```
kam_utama_rendah+
kam_sekunder_sedang+
baterai_sedang+
uk_layar_sedang+
harga_mahal+
performa_tinggi
)/10,3) AS rekomendasi
```

FROM view_derajat;

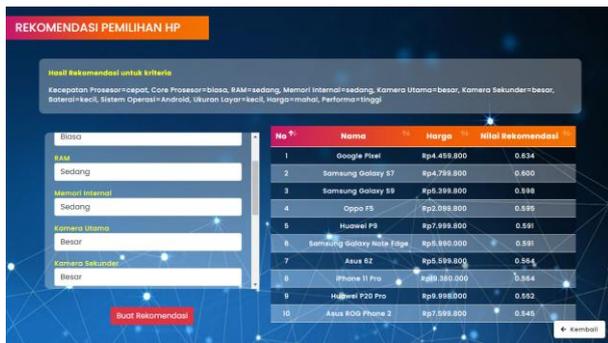
Agar informasi yang ditampilkan terurut dari nilai rekomendasi terbesar hingga yang paling kecil, query dapat dilengkapi dengan sintaks:

ORDER BY rekomendasi DESC

4. IMPLEMENTASI FUZZY PADA APLIKASI BERBASIS WEB

Fuzzy Tahani diimplementasikan dalam aplikasi berbasis web menggunakan PHP. Ketika pengguna memasukkan input yang mewakili

kesebelas kriteria yang ditentukan, maka kriteria yang telah ditetapkan pengguna tersebut akan ditampilkan kembali pada layar, dan diikuti dengan hasil rekomendasi yang telah dikalkulasi oleh Fuzzy Tahani. Hasil rekomendasi ditampilkan dalam bentuk nama *smartphone* yang diikuti dengan nilai *fire strength*-nya, seperti yang terlihat pada Gambar 13.



Gambar 33. Halaman Rekomendasi Aplikasi

Pada Gambar 13, pengguna memasukkan input dengan rincian kecepatan prosesor bernilai cepat, core prosesor bernilai biasa, RAM bernilai sedang, memori internal bernilai sedang, kamera utama bernilai besar, kamera sekunder bernilai besar, baterai bernilai kecil, sistem operasi bernilai android, ukuran layar bernilai kecil, harga bernilai mahal, dan performa bernilai tinggi. Program menampilkan 10 rekomendasi teratas dengan harapan pengguna dapat memilih salah satu dari sepuluh rekomendasi *smartphone* yang diberikan sebagai *smartphone* yang akan mereka beli. Oleh karena itu, program hanya akan menampilkan 10 dari total 418 data *smartphone* yang terdapat di database sebagai hasil rekomendasi. Alternatif yang ditampilkan dibatasi sejumlah 10 buah agar pengguna dapat memperoleh 10 rekomendasi terbaik dari daftar *smartphone* yang ada (Astari & Komarudin, 2018; Syahroni & Rachmatullah, 2018).

Pada aplikasi, hanya rekomendasi yang memiliki nilai lebih dari nol yang akan ditampilkan. Jadi, mungkin saja ada rekomendasi yang hanya menampilkan kurang dari 10 alternatif. Rekomendasi

yang bernilai 0 dapat muncul ketika derajat keanggotaan dari semua atribut dalam alternatif bernilai 0. Dengan kata lain, nilai dari atribut-atribut tersebut tidak termasuk dalam setiap himpunan fuzzy pada variabel fuzzy.

KESIMPULAN

Model logika fuzzy Tahani dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi pemilihan *smartphone* yang lebih akurat. Model ini akan mempertimbangkan berbagai kriteria secara proporsional sebelum mengambil keputusan. Namun, diperlukan alat ukur untuk menilai kualitas hasil rekomendasi yang diberikan oleh model fuzzy ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih tim riset sampaikan kepada seluruh pihak yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, L. A. (2016). *Perancangan Dan Pembuatan Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Pembelian Smartphone Android Menggunakan Metode Fuzzy Database Model Taha*.
- Astari, A. P., & Komarudin, R. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Terbaik Dengan Metode Fuzzy Tahani. *PIKSEL : Penelitian Ilmu Komputer Sistem Embedded and Logic*, 6(2), 169–178. <https://doi.org/10.33558/piksel.v6i2.1507>
- Aurelia, V., & Tjandradinata, F. (2022). *Indonesia's Smartphone Market Expected to Grow 8% in 2022 Despite Supply-Side Hindrances, IDC Reports*. IDC Media Center.
- Garai, P. (2022). *Mobile Phone Specifications and Prices*. Kaggle Datasets.
- Mubarrok, M. N., & Abadi, A. M. (2015). Aplikasi Fuzzy Decision Making Dengan Menggunakan Metode Mamdani Penggandaan Dalam Pemilihan Smartphone. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY*, 1(1), 1–10.
- Populix. (2022). *Mobile Phone Usage and*

- 5G Network Projection. August.
- Prakash, A., Amrouch, H., Shafique, M., Mitra, T., & Henkel, J. (2016). Improving mobile gaming performance through cooperative CPU-GPU thermal management. *Proceedings - Design Automation Conference, 05-09-June*. <https://doi.org/10.1145/2897937.2898031>
- Prasetio, W. D., Zahrroh, A., & Rizki, A. K. B. (2022). *Dataset Smartphone Hasil Olahan*. Github Repository.
- Prasetyo, C. T., Hermawati, F. A., & Ronando, E. (2018). *Sistem Rekomendasi Pemilihan Smartphone Berdasarkan Karakteristik Sosio-Demografis Pengguna Menggunakan Metode Fuzzy Tahani*. KONVERGENSI.
- Sahir, S. H., Rosmawati, R., & Rahim, R. (2018). Fuzzy model tahani as a decision support system for selection computer tablet. *International Journal of Engineering and Technology, 7(2.9)*, 61–65. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.5.13958>
- Sarifah, & Merlina, N. (2015). Sistem Penunjang Keputusan Pemilihan Handphone Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri, XI(1)*, 90–99. <https://doi.org/10.1364/cleo.2010.jthe97>
- Setiawan, Y. E. (2020). Supporting System of Decision Making of Teacher Recruitment Using Tahani Fuzzy Logic. *BAREKENG : Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan, 14(2)*, 253–266.
- Statistik, B. P. (2021). *Persentase Penduduk yang Memiliki/Menguasai Telepon Seluler Menurut Provinsi dan Klasifikasi Daerah 2019-2021*. Survei Sosial Ekonomi Nasional.
- Susanto, G. M., Kosasi, S., David, D., Gat, G., & Kuway, S. M. (2020). Sistem Referensi Pemilihan Smartphone Android Dengan Metode Fuzzy C-Means dan TOPSIS. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi), 4(6)*. <https://doi.org/10.29207/resti.v4i6.2584>
- Syahroni, A. W., & Rachmatullah, S. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Laptop pada Toko Online dengan Metode Fuzzy Tahani. *Sinkron, 3(1)*, 1–10.
- Wijaya, H., Virginia, M., & Hakim, L. (2021). Penerapan Fuzzy Tahani untuk Pemilihan Perangkat Smartphone Berbasis Website Berdasarkan Kriteria Membeli. *Jurnal Teknik Informatika UNIKA Santo Thomas, 06(02)*, 412–421. <https://doi.org/10.54367/jtiust.v6i2.1570>
- Wijianto, R. (2017). Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Dalam Pemilihan Smartphone Android Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Evolusi, 5(2)*, 90–96.