

Penentuan Harga dengan Menggunakan Sistem Inferensi *Fuzzy Tsukamoto* Pada Rancang Bangun Aplikasi “*Finding-Tutor*”

Syah Dia Putri Mustika Sari, R.V. Hari Ginardi, dan Chastine Fatichah

Departemen Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: hari@if.its.ac.id

Abstrak—Keterbatasan waktu yang dimiliki di sekolah membuat kegiatan belajar tidak hanya berlangsung di dalam ruang kelas saja. Orang tua juga tidak dapat kita libatkan secara maksimal dalam kegiatan belajar karena keterbatasan waktu dan kemampuan materi yang dikuasai. Hal ini menjadikan tutor sebagai salah satu profesi yang cukup dibutuhkan dan menjanjikan. Namun, keterbatasan waktu dan lokasi membuat tutor kesulitan menemukan konsumen yang sesuai. Selain itu, kendala utama yang dihadapi konsumen adalah ketetapan harga tutor yang cukup mahal. Studi ini ditunjukkan untuk mengatasi masalah tersebut dengan sebuah aplikasi berbasis Android yang dapat membantu konsumen mencari tutor. Aplikasi tersebut dilengkapi dengan sebuah sistem pendukung keputusan yang dapat membantu menghitung harga layanan dengan Sistem Inferensi Fuzzy Tsukamoto. Hal ini memungkinkan system menghitung harga layanan dengan tepat berdasarkan dengan kriteria tertentu. Hasil dari penelitian ini adalah berupa aplikasi pencarian tutor yang dilengkapi dengan Sistem Inferensi Fuzzy Tsukamoto yang menghitung harga layanan berdasarkan tingkat kesulitan, waktu dan jarak.

Kata Kunci—Fuzzy Inference System, Fuzzy Tsukamoto, Android.

I. PENDAHULUAN

PADA saat ini permintaan guru les privat (tutor) sudah semakin besar dan akan terus bertambah. Namun, masyarakat harus tetap jeli dalam memilih tutor yang aman dengan harga yang bersaing. Banyaknya kriteria yang menentukan kualitas keamanan tutor membuat harga yang ditawarkan sangat bervariasi. Maka dari itu, masyarakat membutuhkan sebuah wadah yang dapat memudahkan dalam mendapatkan guru tutor sesuai dengan keahlian yang dibutuhkan serta keamanan dan harga yang bersaing.

Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini, adanya sebuah aplikasi yang merupakan teknologi yang sedang berkembang pesat pada saat ini dapat menjadi solusi dari permasalahan tersebut. Maka dari itu aplikasi *E-Commerce* berbasis perangkat bergerak (*mobile*) yang diberi nama “*Finding-Tutor*” akan dibuat.

Aplikasi ini dapat memudahkan masyarakat untuk mendapatkan tutor yang sesuai kebutuhan dan waktu dengan harga yang bersaing. Harga yang bersaing dapat digunakan *developer* untuk menarik masyarakat sebagai konsumen untuk menggunakan aplikasi ini. Output dari metode yang digunakan berupa harga yang merepresentasikan hasil dari perhitungan

sistem dengan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Untuk mendapatkan harga final yang akan digunakan maka data tersebut akan diolah kembali dengan masukan konsumen berupa durasi dan ketentuan zona-zona daerah yang sudah ditetapkan sebelumnya untuk menjadi harga yang menarik dan tetap menguntungkan untuk kedua belah pihak.

II. LITERATUR PENELITIAN

A. *E-Commerce*

Bisnis yang berkembang pada saat ini lebih banyak memanfaatkan konsep *e-business*. *E-business* merupakan penggunaan kombinasi dari teknologi internet dan teknologi lain untuk bekerja dan mendukung proses bisnis yang ada pada suatu perusahaan.[1] Seiring dengan adanya perkembangan teknologi dan penggunaan konsep *e-business* pada saat ini, banyak perusahaan yang telah menerapkan konsep dari *e-commerce* dalam proses bisnis yang ada pada perusahaan.

E-commerce adalah suatu bentuk perubahan persaingan dalam seluruh proses interaksi bisnis seperti pemasaran, penjualan, pengiriman, pembayaran dan layanan pada transaksi global yang saling terkait.[1]. Terdapat 4 kategori dasar pada aplikasi layanan *E-Commerce* yaitu *Business-to-Consumer* (B2C), *Business-to-Business* (B2B), *Consumer-to-Consumer* (C2C) dan *Business-to-Government* (B2G).[1] Keuntungan yang didapatkan dari kesuksesan penerapan konsep *e-commerce* adalah memungkinkan berbagai proses bisnis yang ada pada perusahaan untuk dilakukan dimanapun, kapanpun dan dengan siapa saja secara lebih efisien.

B. *Artificial Intelligence*

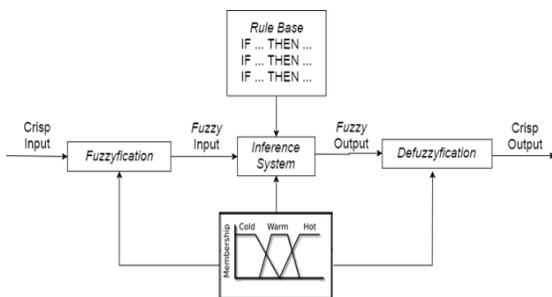
Seiring banyaknya penerapan *e-commerce* pada perusahaan bisnis, teknologi *Artificial Intelligence* (AI) sering digunakan untuk mendukung maupun memperbaiki dukungan keputusan perusahaan. Salah satu tujuan dari teknologi AI adalah untuk menduplikat kemampuan manusia untuk berfikir, melihat, mendengar, berjalan, berbicara dan merasakan pada sebuah komputer yang akan dikembangkan.[1]

Aplikasi *Artificial Intelligence* (AI) memiliki 3 domain utama yaitu *Cognitive Science*, *Robotics*, dan *Natural Interfaces*. [1] Salah satu aplikasi AI yang diterapkan secara luas dalam bisnis adalah pengembangan sistem pakar (*Expert System*). Sistem pakar (*Expert System*) merupakan sistem informasi berbasis

pengetahuan yang menggunakan pengetahuan tersebut pada aplikasi dan bertindak sebagai konsultan ahli bagi *end user*. [1] Terdapat 4 cara yang dapat digunakan untuk merepresentasikan pengetahuan ke dalam basis pengetahuan sistem pakar yaitu *Case-Based Reasoning*, *Frame-Based Knowledge*, *Object-Based Knowledge* dan *Rule-Based Knowledge* dimana pengetahuan direpresentasikan dalam bentuk aturan dan pernyataan fakta. [1]

C. Inference system Fuzzy

Sistem Inferensi *Fuzzy* merupakan metode penalaran yang menyerupai penalaran manusia yang memungkinkan untuk memperkirakan nilai maupun kesimpulan dari data yang tidak lengkap atau data ambigu tanpa hanya mengandalkan crisp data, seperti yang terjadi pada data biner yang berisikan pilihan Iya/Tidak [1] Ilustrasi inference system *Fuzzy* dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi Inference system Fuzzy

1) Variabel Fuzzy

Variabel *Fuzzy* merupakan variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *Fuzzy*. Pada variabel yang digunakan pada sistem *Fuzzy* menggunakan konsep variabel linguistik. [2] Variabel linguistik merupakan variabel yang memiliki nilai berupa kata/kalimat.

2) Semesta Pembicaraan

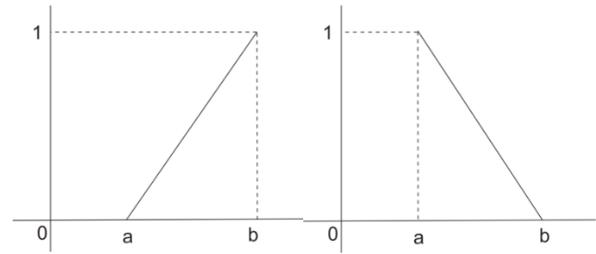
Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *Fuzzy*. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif yang merupakan atribut numeris dari suatu variabel.

3) Membership function

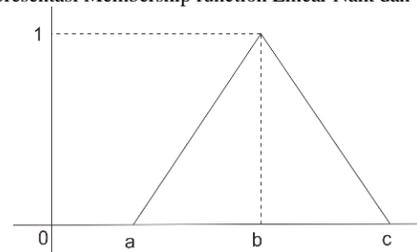
Membership function adalah grafik yang mewakili besar dari derajat keanggotaan masing-masing variabel input yang berada dalam interval 0 dan 1. Salah satu cara untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan menggunakan pendekatan fungsi. [3] Beberapa membership function yang dapat digunakan antara lain :

a) Membership function Linear Naik dan Turun

Membership function linear naik maupun turun memiliki parameter a dan b . Untuk persamaan membership function linear naik dapat ditunjukkan pada persamaan (2.1) seperti berikut:



Gambar 2. Representasi Membership function Linear Naik dan Turun



Gambar 3. Representasi Membership function Segitiga

$$\mu(x; a, b) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & x > b \end{cases} \quad (1)$$

Untuk persamaan membership function linear turun dapat ditunjukkan pada persamaan (2.2) seperti berikut:

$$\mu(x; a, b) = \begin{cases} 1, & x < a \\ \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x > b \end{cases} \quad (2)$$

Representasi grafik dari persamaan (1) dan (2) dapat ditunjukkan pada **Gambar 2**.

b) Membership function Segitiga

Membership function segitiga memiliki parameter a, b, c dengan persamaan membership function segitiga yang ditunjukkan pada persamaan (3) seperti berikut: [4]

$$\mu(x; a, b, c) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \\ 1, & x > c \end{cases} \quad (3)$$

Representasi grafik dari persamaan (2.3) dapat ditunjukkan pada **Gambar 4**.

4) Himpunan Fuzzy

Himpunan *Fuzzy* merupakan suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *Fuzzy*. Setelah membentuk membership function dari himpunan *Fuzzy* yang telah ditentukan dapat dilakukan proses perhitungan derajat keanggotaan individu tersebut dalam himpunan *Fuzzy*.

5) Operasi Himpunan Fuzzy

Himpunan *Fuzzy* dapat dioperasikan seperti himpunan konvensional lainnya. Hasil dari operasi himpunan *fuzzy* dapat disebut juga sebagai α -predikat. Himpunan fuzzy memiliki 3 operator yaitu Operator *AND*, Operator *OR* dan Operator *NOT*

6) Fuzzyfication

Fuzzyfication (tahap pengaburan) merupakan tahap pemetaan nilai masukan berupa nilai tegas (*crisp data*) yang diubah ke dalam bentuk nilai masukan *fuzzy* yang berupa derajat keanggotaan atau tingkat kebenaran. [5]

7) *Inference system*

Tahap kedua pada metode *Fuzzy* yaitu *inference system*. Pada tahap ini telah dilakukan pembentukan basis pengetahuan *fuzzy (Rule)* yang akan digunakan untuk tahap evaluasi masukan yang telah diubah menjadi derajat keanggotaan *fuzzy* terhadap aturan atau *rule fuzzy* untuk menghasilkan *output* dari tiap-tiap *rule* yang telah dibangun di dalam sistem.

8) *Defuzzification*

Defuzzification (tahap penegasan) merupakan tahap dimana dilakukan transformasi hasil dari penarikan kesimpulan pada *inference system* menjadi *output* berupa nilai *crisp* atau nilai tegas. Terdapat 7 metode yang dapat digunakan dalam proses *defuzzification* antara lain yaitu *Height Method, Centroid (Center of Gravity) Method, Weighted Average Method, Mean-Max, Center of Sums, Center of Largest Area, First (or last) of Maxima*. [3]

9) *Metode Tsukamoto*

Pada proses sistem inferensi metode *Tsukamoto* juga hanya menggunakan 1 operator yaitu operator *AND (MIN)* dengan cara mengambil nilai minimum pada himpunan *fuzzy*. *Output fuzzy* pada metode *Tsukamoto* berbentuk rentan keluaran harga dengan fungsi keanggotaan. Proses *defuzzification* pada metode ini menggunakan *Weighted Average Method* atau metode rata-rata terbobot, rumus yang digunakan pada metode tersebut adalah sebagai berikut : [5]

$$Z = \frac{\sum(a_{-}p_i * z_i)}{\sum \alpha_{-}p_i} \tag{4}$$

Keterangan :

- Z = Hasil *Defuzzification* metode rata-rata terbobot
- a₋p_i = Nilai minimum derajat keanggotaan
- z_i = Nilai *crisp* hasil inferensi rule
- i = Jumlah aturan *fuzzy*

III. PERANCANGAN SISTEM

A. *Memodelkan Input*

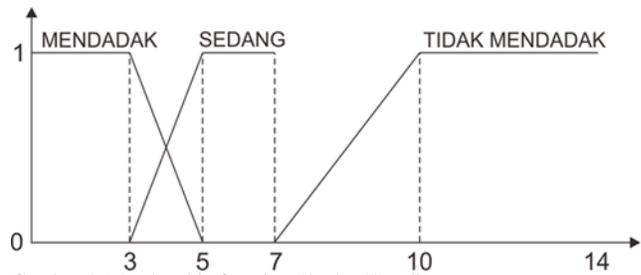
Input yang akan digunakan dalam perhitungan harga tutor menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* adalah tingkat kesulitan, waktu dan jarak antara tutor dengan konsumen (murid). Input tersebut merupakan hal-hal yang mempengaruhi harga dalam penentuan harga tutor yang didapatkan dari hasil kuisioner di lapangan. Input yang telah dimodelkan pada fungsi keanggotaan dapat ditunjukkan pada **Gambar 4**, **Gambar 5** dan **Gambar 6**.

B. *Memodelkan Output*

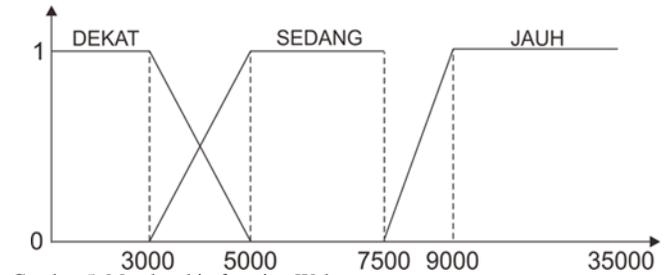
Hasil dari perhitungan harga tutor pada metode *Fuzzy Tsukamoto* berupa harga yang dibangun dalam sebuah *membership function* pada **Gambar 7**. Keterangan output berupa harga ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1.
Kategori Harga Durasi 90 Menit

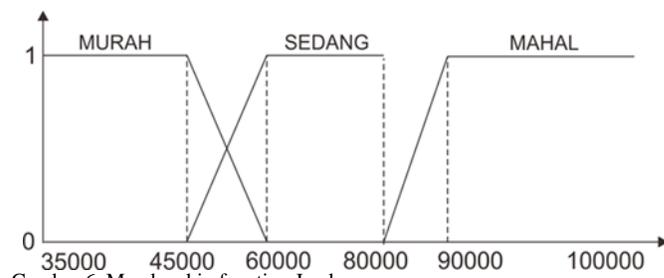
Harga	Keterangan
Rp 35.000 – Rp 60.000	Murah
Rp 45.000 – Rp 80.000	Sedang
Rp 80.000 – Rp 100.000	Mahal



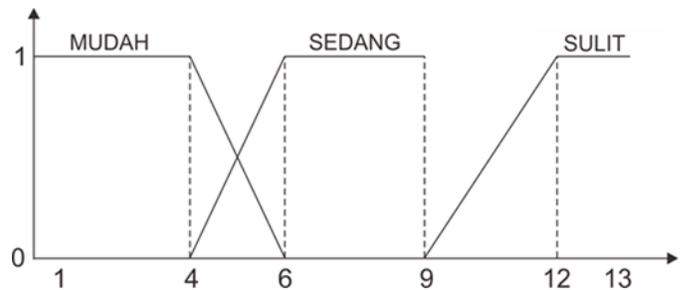
Gambar 4. Membership function Tingkat Kesulitan



Gambar 5. Membership function Waktu



Gambar 6. Membership function Jarak



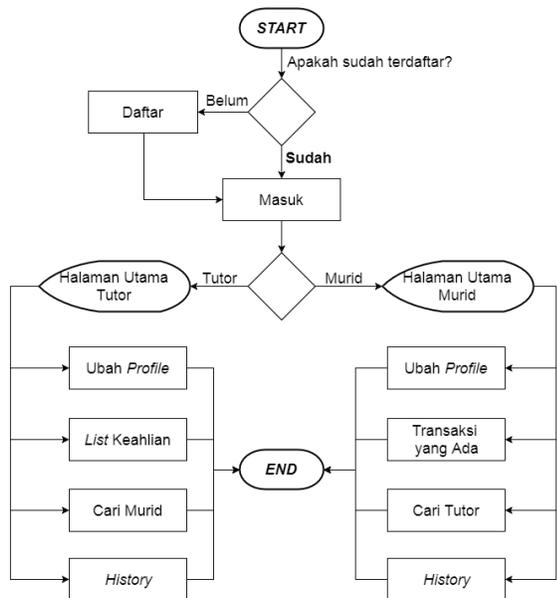
Gambar 7. Membership function Harga

C. *Implementasi Biaya Operasional Pada Perhitungan Harga*

Proses yang ada pada sistem akan mengolah data yang ada untuk mendapatkan harga akhir tutor yang akan digunakan pada aplikasi dengan menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Karena luasnya daerah jangkauan aplikasi yaitu daerah Surabaya, maka dibutuhkan pembagian daerah yang ada di kota Surabaya menjadi 3 zona untuk menentukan tambahan biaya transportasi yang akan diberikan pada tutor. Nama zona dan ketentuan yang ditetapkan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2.
Daftar Zona Daerah

	Deskripsi	Ketentuan
Zona 1	5 km < Jarak ≤ 10 km	Harga + Rp 5.000
Zona 2	10,1 m < Jarak ≤ 15 km	Harga + Rp Rp 10.000
Zona 3	Jarak > 15.001 m	Harga + Rp Rp 20.000



Gambar 8. Desain Umum Sistem

D. Desain Umum Sistem

Desain umum sistem pada aplikasi “Finding-Tutor” secara keseluruhan ditunjukkan pada **Gambar 8**.

IV. IMPLEMENTASI

A. Implementasi Persiapan Masukan Sistem Fuzzy

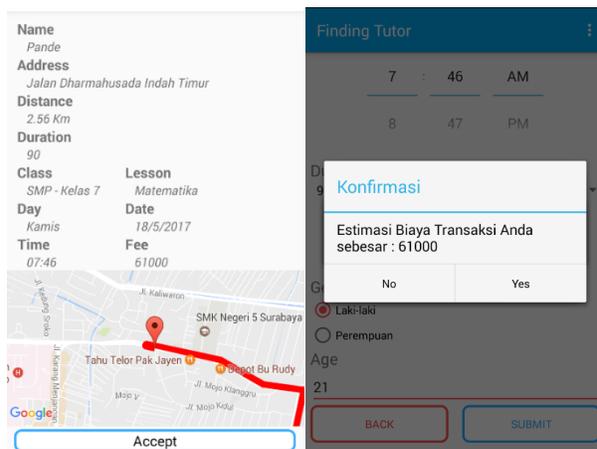
Terdapat 3 masukan user yang akan digunakan pada sistem yaitu tingkat kesulitan, waktu dan jarak. Masukan tingkat kesulitan yang dimasukkan user berupa tingkat pendidikan pada umumnya, sehingga masukan tersebut harus diubah menjadi nilai untuk tiap-tiap tingkatan pendidikan. Masukan user waktu berupa tanggal dimana transaksi mengajar akan dilakukan, sehingga harus dilakukan perhitungan selisih tanggal transaksi tersebut dengan tanggal yang ada pada sistem. Masukan jarak berupa jarak diantara alamat tutor dan murid. Langkah pertama adalah menggunakan *Geocoder*. Kemudian sistem akan melakukan *request* terhadap *Google API* dengan *key* yang telah didaftarkan sebelumnya.

B. Implementasi Membership Function

Membership function akan diimplementasikan untuk mendukung proses fuzzyfikasi. Batas-batas seperti semesta pembicaraan dan domain yang telah ditentukan sebelumnya akan diimplementasikan pada masing-masing ketentuan pada membership function yang akan dibangun.

C. Implementasi Fuzzyfication dan Inference System

Proses fuzzyfication dilakukan pada tiap-tiap aturan (*rule*) yang telah dibangun pada sistem. Pada proses fuzzyfication dalam perhitungan harga terdapat 27 aturan (*rule*) yang dibangun ke dalam sistem. Jumlah aturan tersebut didapatkan dari hasil perhitungan $\frac{\text{Jumlah_Domain}}{\text{Jumlah_Variabel}}$. Pada proses ini akan diterapkan fungsi matematika *MIN*.



(a) (b)

Gambar 12 Tampilan (a) Estimasi Harga (b) Harga Akhir

D. Implementasi Defuzzyfication

Proses *defuzzyfication* akan dilakukan pada fungsi *defuzzyfication()*. Pada fungsi ini akan dilakukan penjumlahan hasil dari perhitungan fungsi *hitungX()* berupa nilai minimum dari derajat keanggotaan yang dikalikan dengan nilai *crisp* hasil perhitungan fungsi *hitungY()*. Kemudian hasil penjumlahan dari perhitungan tersebut akan dibagi dengan jumlah nilai dari nilai minimum derajat keanggotaan pada fungsi *hitungX()*.

E. Implementasi Perhitungan Harga Akhir

Hasil dari defuzzyfikasi untuk mendapatkan harga awal akan dihitung berdasarkan dengan durasi *user*. Setelah itu jarak dari transaksi tersebut akan dicocokkan pada 3 zona daerah untuk mengetahui tambahan biaya transportasi yang akan ditambahkan pada harga awal. Harga akhir merupakan harga awal hasil defuzzyfikasi yang telah disesuaikan dengan durasi dan ditambah dengan biaya transportasi berdasarkan letak jarak pada 3 zona yang telah ditentukan sebelumnya.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Inference system *Fuzzy Tsukamoto* berhasil diimplementasi pada proses perhitungan estimasi harga dan perhitungan harga akhir untuk aplikasi “*Finding-Tutor*” dengan akurasi masing-masing sebesar 88,9% dan 92,6%.
- Inference system *Fuzzy (FIS) Tsukamoto* dapat menentukan jumlah harga sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan yaitu tingkat kesulitan, waktu dan jarak.
- Inference system *Fuzzy (FIS) Tsukamoto* dapat menentukan jumlah harga dengan mempertimbangkan *fee* transportasi dan keadaan waktu diantara 2 pengguna.
- Inference system *Fuzzy (FIS) Tsukamoto* dapat menentukan jumlah harga sesuai dengan keadaan pasar saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. O'Brien and G. Marakas, *Management Information Systems*, 10 edition. New York: McGraw-Hill Education, 2010.
- [2] T. J. Ross, *Fuzzy Logic with Engineering Applications, Third Edition*, 3 edition. Chichester, U.K: Wiley, 2010.
- [3] Fanoel Thamrin, "STUDI INFERENSI FUZZY TSUKAMOTO UNTUK PENENTUAN FAKTOR PEMBEBANAN TRAF0 PLN," UNIVERSITAS DIPONEGORO, SEMARANG, 2012.
- [4] Diana Purwitasari, "Fuzzy Inference System (FIS)," Surabaya, Sep-2016.
- [5] I. Wahyuni, W. F. Mahmudy, and A. Iriany, "Rainfall prediction in Tengger region Indonesia using Tsukamoto fuzzy inference system," in *2016 1st International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*, 2016, pp. 130–135.
- [6] "Java," *Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas*. 28-Jun-2016.
- [7] "NetBeans IDE - Overview." [Online]. Available: <https://netbeans.org/features/>. [Accessed: 08-May-2017].
- [8] "Mengenal Android Studio | Android Studio." [Online]. Available: <https://developer.android.com/studio/intro/index.html>. [Accessed: 08-May-2017].