

PERBANDINGAN METODE FUZZY SUGENO DENGAN FUZZY TSUKAMOTO PADA SISTEM PREDIKSI HARGA SMARTPHONE BEKAS BERBASIS ANDROID DI WILAYAH MAKASSAR

Oleh:

Samuel Pinontoan^{1*}, Izmy Alwiah Musdar², Hasniati³

^{1,2}Informatika, STMIK KHARISMA Makassar

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode *Fuzzy Sugeno* dan *Fuzzy Tsukamoto* pada sistem prediksi harga *Smartphone* bekas berbasis *Android* di wilayah Makassar. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai layanan untuk mendapatkan informasi harga *Smartphone* bekas serta penentuan harga sebelum transaksi. Adapun teorema / metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Fuzzy Sugeno* dan *Fuzzy Tsukamoto*. Penelitian diawali dengan merancang *Unified Modelling Language (UML)*. Program ini diuji dengan menggunakan Metode *Black Box Testing* dan pengujian langsung di lapangan. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa metode *Fuzzy Sugeno* menghasilkan nilai prediksi yang lebih baik dibandingkan dengan metode *Fuzzy Tsukamoto*, dengan nilai pengujian *MAPE* sebesar 11,8% dibandingkan dengan 25,67%.

Kata kunci : *Fuzzy Sugeno*, *Fuzzy Tsukamoto*, *Prediksi Harga*, *Smartphone*, *Platform Android*.

Abstract: This study aims to compare the *Fuzzy Sugeno* and *Fuzzy Tsukamoto* methods in the used android smartphone price prediction system based on *Android* in the Makassar region. The expected benefits of this research are as a service to get used *Smartphone* price information and pricing before the transaction. The theorems / methods used in this study are *Fuzzy Sugeno* and *Fuzzy Tsukamoto*. The research began by designing the *Unified Modeling Language (UML)*. This program is tested using the *Black Box Testing* and testing method directly in the field. Based on the results of the study it can be concluded that the *Fuzzy Sugeno* method produces a better predictive value than the *Fuzzy Tsukamoto* method, with the *MAPE* value of 11.8% compared to 25.67%.

Keywords : *Fuzzy Sugeno*, *Fuzzy Tsukamoto*, *Price Prediction*, *Smartphone*, *Android Platform*.

PENDAHULUAN

Toko *Smartphone Shop* adalah toko yang berdiri pada bulan desember 2016 dimana toko ini melayani penjualan *Smartphone* di daerah Makassar yang berlokasi di jalan *Rappocini Raya no 148*. Melihat tingginya permintaan konsumen akan *Smartphone* bekas, toko ini sedang berusaha menyediakannya. Adapun masalah yang muncul adalah sulitnya menentukan nilai harga *Smartphone* Bekas yang akurat. Harga *smartphone* bekas saat ini masih ditentukan dengan cara manual, dimana tidak adanya penentu harga yang tepat.

* Corresponding author : Samuel Pinontoan (samuelpinontoan@gmail.com)

Harga smartphone bekas sendiri ditentukan dengan berbagai variabel, seperti: Tingkat kepopuleran, lama penggunaan, serta tingkat kerusakan.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memprediksi adalah logika *fuzzy*. Logika fuzzy sendiri merupakan logika yang berfungsi mencari “nilai” kebenaran diantara 0 dan 1 (Mungkin, 0.4, Abu-abu), yang berlawanan dengan logika Boolean yang menunjukkan segala hal dapat diekspresikan dalam bilangan biner (Ya atau tidak, 0 atau 1, hitam atau putih). Sehingga logika fuzzy sangat tepat digunakan untuk mencari nilai “Probabilitas” yang juga berada diantara nilai 0 dan 1. Terkhusus untuk Logika *Fuzzy* Sugeno karena memiliki output berupa konstanta atau persamaan linear dan proses defuzzifikasi yang menggunakan metode rata rata tertimbang. Variabel yang digunakan sebagai tolak ukur adalah kepopuleran merk dan model *smartphone*, lama penggunaan, dan tingkat kerusakan.

Metode fuzzy yang lazim digunakan untuk memprediksi harga barang bekas adalah metode Fuzzy Sugeno dan Fuzzy Tsukamoto. Namun kedua metode memiliki perbedaan yang cukup jauh dibagian defuzzifikasinya. Hal ini menyebabkan perbedaan hasil prediksi yang berbeda, dan membuat penulis ingin mengetahui metode mana yang memberikan hasil yang lebih baik. Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu bagaimana perbandingan metode *Fuzzy* Sugeno dengan *Fuzzy Tsukamoto* pada Sistem prediksi harga *Smartphone* bekas berbasis *Android*? Dengan tujuan membandingkan metode *Fuzzy* Sugeno dengan *Fuzzy Tsukamoto* pada sistem prediksi harga *Smartphone* bekas berbasis *Android* di wilayah Makassar.

LANDASAN TEORI

1. Android

Android adalah sistem operasi berbasis Linux bagi telepon seluler seperti telepon pintar dan komputer tablet. Android juga menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri yang akan digunakan untuk berbagai macam piranti gerak. Awalnya, Google Inc. membeli Android Inc., pendatang baru yang membuat piranti lunak untuk ponsel. kemudian dalam pengembangan Android, dibentuklah Open Handset Alliance, konsorsium dari 34 perusahaan piranti keras, piranti lunak, dan telekomunikasi, termasuk Google, HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, T-Mobile, dan Nvidia (Safaat, 2011)).

2. Logika Fuzzy

Logika Fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk Soft Computing. Logika Fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika Fuzzy adalah teori himpunan Fuzzy. Pada teori himpunan Fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika Fuzzy tersebut. Dalam banyak hal, logika Fuzzy digunakan sebagai suatu cara untuk memetakan permasalahan dari input menuju output yang diharapkan.(Kusumadewi;, 2010)

Menurut Cox (1994), ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan Logika Fuzzy, antara lain:

Konsep logika Fuzzy mudah dimengerti, karena logika Fuzzy menggunakan dasar teori himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran Fuzzy tersebut cukup mudah dimengerti.

Logika Fuzzy sangat fleksibel, dan mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan. Logika Fuzzy memiliki toleransi terhadap data yang tidak tetap. Jika diberikan sekelompok data yang cukup homogen dan kemudian ada beberapa data "eksklusif", maka logika Fuzzy memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.

3. Himpunan Fuzzy

Himpunan Fuzzy adalah himpunan yang keanggotaannya memiliki nilai keaburan/kesamaran antara salah dan benar. Sebelum teori tentang Himpunan Fuzzy muncul, dikenal sebuah himpunan klasik yang seringkali disebut himpunan tegas (Crisp Set) yang keanggotaannya memiliki nilai salah satu benar secara tegas. Sebaliknya, anggota himpunan Fuzzy memiliki nilai salah satu benar dan salah. Himpunan tegas hanya mengenal dingin atau panas, sedangkan himpunan Fuzzy dapat mengenal dingin, sejuk, hangat atau panas.

Perbedaan antara dua jenis himpunan tersebut adalah himpunan tegas hanya memiliki dua kemungkinan nilai keanggotaan, yaitu 0 dan 1. Artinya, untuk sebarang himpunan tegas A, jika sebuah unsur x adalah bukan anggota himpunan A, maka nilai yang berhubungan dengan x adalah 0. Dan jika unsur x tersebut merupakan anggota himpunan A, nilai yang berhubungan dengan x adalah 1. Sedangkan dalam himpunan Fuzzy, keanggotaan suatu unsur dinyatakan dengan derajat keanggotaan (membership values), yang nilainya terletak didalam interval $[0,1]$ dan ditentukan dengan fungsi keanggotaan $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$. Artinya, untuk sebaran himpunan Fuzzy A, sebuah unsur x adalah bukan anggota himpunan A jika $\mu_A(x) = 0$, unsur x adalah anggota penuh himpunan A jika $\mu_A(x) = 1$ dan unsur x tersebut adalah anggota himpunan A dengan derajat keanggotaan sebesar μ jika $\mu_A(x) = \mu$, dengan $0 < \mu < 1$.

Himpunan Fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu: Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan Bahasa alami, seperti: MURAH, MAHAL, TUA. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variable, seperti: 40,25,50, dsb.

4. Fungsi Keanggotaan

Fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu

cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan :

a. Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

b. Representasi Segitiga.

Kurva Segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear).

c. Representasi Kurva Trapesium.

Kurva Segitiga pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.

5. Operator Dasar Zadeh

Operator himpunan Fuzzy digunakan untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan Fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua himpunan sering dikenal dengan nama fire strength atau α -cut. Ada tiga operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu: AND, OR, dan NOT.

a. Operator And

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan, α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan – himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

b. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. A-predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan – himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

c. Operator Not

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x]$$

6. Sistem Inferensi Tsukamoto

Pada Metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF Then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α - predikat (fire strength). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

7. Sistem Inferensi Sugeno

Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Sistem fuzzy Sugeno memperbaiki kelemahan yang dimiliki oleh sistem fuzzy murni untuk menambah suatu perhitungan matematika sederhana sebagai bagian THEN. Pada perubahan ini, system fuzzy memiliki suatu nilai rata-rata tertimbang (*Weighted Average Values*) di dalam bagian aturan fuzzy IF-THEN.

8. Sistem Prediksi

Sistem prediksi adalah seperangkat elemen-elemen yang membentuk suatu kumpulan dari berbagai prosedur atau berbagai bagan pengolahan untuk mencari sebuah perkiraan jumlah sesuatu dimasa yang akan datang dengan cara mengoperasikan data untuk menghasilkan suatu informasi.

9. Mean Absolute Percentage Error

Nilai MAPE memberikan petunjuk mengenai seberapa besar rata-rata kesalahan absolut peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya, dan dinyatakan dengan rumus:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{x_t}}{n} \times 100$$

Dimana n adalah jumlah data dan e_t adalah nilai kesalahan ramalan yang diperoleh dari $x_t - \hat{x}_t$. Nilai data aktual dinotasikan dengan x_t dan \hat{x}_t adalah nilai ramalannya (Hansun, 2013).

Nilai MAPE yang semakin besar, menunjukkan semakin besar pula rata-rata kesalahannya. MAPE yang baik adalah MAPE yang semakin mendekati 0, karena nilai error yang direpresentasikan pun semakin kecil.

ANALISIS DAN DESAIN SISTEM

Smartphone merupakan barang yang sekarang telah menjadi kebutuhan. Hidup dimudahkan dengan kehadiran Smartphone. Tingginya permintaan Smartphone baru akhirnya ikut meningkatkan permintaan untuk Smartphone bekas. Adapun masalah yang muncul adalah sulitnya menentukan nilai harga Smartphone Bekas yang akurat. Harga smartphone bekas saat ini masih ditentukan dengan cara manual, dimana tidak adanya penentu harga yang tepat. Harga smartphone bekas sendiri ditentukan dengan berbagai variabel, seperti :Tingkat kepopuleran, lama penggunaan, serta tingkat kerusakan.

Sistem prediksi ini menggunakan 2 metode, Fuzzy Sugeno dan Fuzzy Tsukamoto :

1. Metode Tsukamoto

a. Menentukan Rule IF – Then.

Melalui informasi harga awal, lama penggunaan dan kerusakan, dibuatlah rules yang menjelaskan bagaimana prediksi dapat dilakukan kedepannya. Penentuan rule sangat penting, karena proses ini akan menentukan bagaimana proses prediksi berlangsung. Bila rule yang dibuat tidak sesuai, maka hasil prediksi pun tidak akan sesuai.

b. Fuzzifikasi

Data masukan diterima dan ditentukan nilai fungsi keanggotaannya, untuk membantu menemukan nilai fungsi keanggotaannya digunakanlah berbagai grafik yang menjelaskan nilai nilai numerik, dipisahkan ke berbagai variabel linguistik. Setelah grafik telah selesai dibuat, diubahlah variabel numerik inputan tadi menjadi variabel linguistik yang sesuai.

c. Mesin Inferensi menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$) α -predikat digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas atau *crisp* ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$).

Pada proses ini juga, rule if-then yang tadi telah dibuat di tahap pertama, akan dipakai dalam proses inferensi, yang sesuai dengan rulesnya. Proses inferensi Tsukamoto berbeda dengan Sugeno, dimana nilai α -predikat digunakan dalam perhitungan untuk mencari nilai hasil output (z).

d. Defuzzifikasi, transformasi kembali nilai fuzzy menjadi nilai real (*crisp*).

Menggunakan nilai α -predikat dan hasil output (z), dicarilah nilai realnya, dimana α -predikat ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$) dikalikan dengan hasil output ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$), lalu dibagi dengan rata - rata α -predikat.

2. Metode Sugeno

a. Menentukan Rule IF – Then

Melalui informasi harga awal, lama penggunaan dan kerusakan, dibuatlah rules yang menjelaskan bagaimana prediksi dapat dilakukan kedepannya. Penentuan rule sangat penting, karena proses ini akan menentukan bagaimana proses prediksi berlangsung. Bila rule yang dibuat tidak sesuai, maka hasil prediksi pun tidak akan sesuai.

b. Fuzzifikasi

Data masukan diterima dan ditentukan nilai fungsi keanggotaannya, untuk membantu menemukan nilai fungsi keanggotaannya digunakanlah berbagai grafik yang menjelaskan nilai nilai numerik, dipisahkan ke berbagai variabel linguistik. Setelah grafik telah selesai dibuat, diubahlah variabel numerik inputan tadi menjadi variabel linguistik yang sesuai.

c. Mesin Inferensi menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$) α -predikat digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas atau *crisp* ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$).

Pada proses ini juga, rule if-then yang tadi telah dibuat di tahap pertama, akan dipakai dalam proses inferensi, yang sesuai dengan rulesnya. Inferensi Sugeno sedikit berbeda, dimana nilai Z tidak dipengaruhi oleh α -predikat, melainkan dipengaruhi hanya dari harga awal.

- d. Defuzzifikasi, transformasi kembali nilai fuzzy menjadi nilai real (crisp).

Menggunakan nilai α -predikat dan hasil output (z), dicarilah nilai realnya, dimana α -predikat ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$) dikalikan dengan hasil output ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$), lalu dibagi dengan rata - rata α -predikat.

Rancangan Sistem

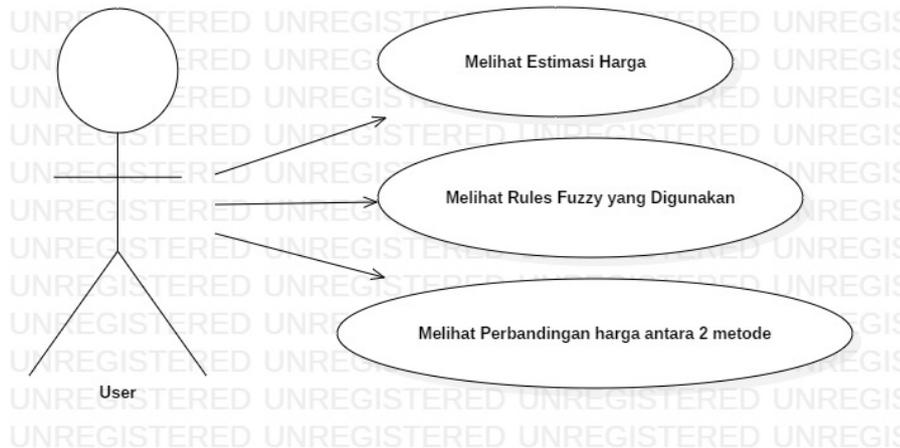
- a. Arsitektur Aplikasi



Gambar 1. Arsitektur Sistem

Dari gambar dapat dilihat bahwa android menjadi sistem untuk prediksi harga. Aplikasi dibuat dengan menggunakan Andorid Studio yang menggunakan Bahasa Pemrograman Java. Aplikasi hanya digunakan oleh user dan tidak ada Admin.

- b. Use case Diagram



Gambar 2. Use Case Diagram

Dari Use Case diatas, dapat kita lihat bahwa hanya terdapat satu aktor saja dalam aplikasi ini, yaitu hanya user, dimana user akan memasukkan Data lalu aplikasi akan menghitung prediksi harga, dan menampilkannya.

PENGUJIAN SISTEM

Pengujian dilakukan dengan menghitung nilai MAPE.

Jenis Smartphone	Hasil Prediksi Sugeno	Hasil Prediksi Tsukamoto	Hasil Penjualan Real
Vivo Y71	1.260.000	800.000	1.100.000
Vivo V11	2.800.000	3.073.809	2.400.000
Vivo Y83	1.960.000	2.646.666	1.800.000
Vivo Y81 2GB	1.400.000	800.000	1.200.000
Vivo V9	2.520.000	2.993.333	2.300.000
Oppo A3s 2GB	1.400.000	800.000	1.200.000
Oppo A3s 3GB	1.890.000	2.603.333	2.300.000
Oppo F7	2.800.000	3.022.222	2.350.000
Oppo F9	3.010.000	3.131.502	3.200.000
Oppo F9 Pro	3.500.000	3,383,333	3.600.000

Pengujian MAPE Sugeno

$$MAPE = \frac{\frac{|1260-1100|}{1260} + \frac{|2800-2400|}{2800} + \frac{|1960-1800|}{1960} + \frac{|1400-1200|}{1400} + \frac{|2520-2300|}{2520} + \frac{|1400-1200|}{1200} + \frac{|1890-2300|}{1890} + \frac{|2800-2350|}{2350} + \frac{|3010-3200|}{3010} + \frac{|3500-3600|}{3500}}{10} \times 100$$

$$MAPE = \frac{0,12 + 0,14 + 0,08 + 0,14 + 0,09 + 0,14 + 0,22 + 0,16 + 0,06 + 0,03}{10} \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{1,18}{10} \times 100\%$$

$$MAPE = 11,8\%$$

Pengujian MAPE Tsukamoto

$$MAPE = \frac{\frac{|800-1100|}{800} + \frac{|3074-2400|}{3074} + \frac{|2647-1800|}{2647} + \frac{|800-1200|}{800} + \frac{|2993-2300|}{2993} + \frac{|800-1200|}{800} + \frac{|2603-2300|}{2603} + \frac{|3022-2350|}{3022} + \frac{|3132-3200|}{3132} + \frac{|3383-3600|}{3383}}{10} \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{0,375 + 0,219 + 0,319 + 0,5 + 0,231 + 0,5 + 0,116 + 0,222 + 0,021 + 0,064}{10} \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{2,567}{10} \times 100\%$$

$$MAPE = 25,67\%$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, menggunakan 10 perhitungan contoh kasus, nilai MAPE metode Sugeno dihasilkan 11,8% sedangkan MAPE metode Tsukamoto dihasilkan 25,67%. Dengan melihat hasil MAPE kedua metode ini, dapat disimpulkan bahwa metode Sugeno mendapatkan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan metode Tsukamoto. Selain itu, kedua metode ini belum mampu menghasilkan hasil prediksi yang benar-benar akurat karena tidak ada metode yang mendapatkan hasil yang persis dengan nilai real.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin. (2016). PENERAPAN METODE FUZZY SUGENO UNTUK MENENTUKAN HARGA JUAL SEPEDA MOTOR BEKAS. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/319080527_PENERAPAN_METODE_FUZZY_SUGENO_UNTUK_MENENTUKAN_HARGA_JUAL_SEPEDA_MOTOR_BEKAS
- Bohang, F. K. (2017). Ini 5 Vendor Smartphone dengan Penjualan Tertinggi. Retrieved from <http://tekno.kompas.com/read/2017/08/25/18154457/ini-5-vendor-smartphone-dengan-penjualan-tertinggi>
- Cervantes, E. (2017). Selling a used phone: do's and don'ts. Retrieved from <https://www.androidauthority.com/selling-used-phone-656056/>
- Faizin, M. B. (2016). Sistem Pendukung Keputusan Prediksi Harga Sepeda Motor Bekas Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Web Mobile.
- Hansun, S. (2013). Penerapan WEMA dalam Peramalan Data.
- Hasibuan, S. (2016). PENERAPAN SISTEM FUZZY UNTUK PREDIKSI HARGA KELAPA SAWIT.
- Kusumadewi, S. (2010). *APLIKASI LOGIKA FUZZY untuk Pendukung Keputusan* (2nd ed.). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Muhammad Fahmi Mukhlisin. (2017). Implementasi Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Nilai Jual Rumah Berdasarkan Letak Geografis.
- Nana Sudjana. (1989). *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Angkasa.
- Safaat. (2011). Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android.
- Wardani, A. S. (2017). 3 Merek Smartphone Bekas Paling Banyak Dicari di Indonesia. Retrieved December 14, 2017, from <http://tekno.liputan6.com/read/2892653/3-merek-smartphone-bekas-paling-banyak-dicari-di-indonesia>
- Williams, B.K. and Sawyer, S. . (2011). *Using Information Technology: A Practical Introduction to Computers & Communications.*, 9.