



Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani Dan Fuzzy Tsukamoto Dalam Mengukur Kepuasan Penduduk Terhadap Kinerja Pegawai di Negeri Allang

Doms Upuy^{a,1*}, Rusnian Isfahami Saidu^{a,2}, Gieska Nataly Salamena^{a,3}, Arman Juma^{a,4}, Jesica Olivia Lopumeten^{a,5}, Citra Fathia Palembang^{a,6}

^aProdi Ilmu Komputer, Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Pattimura Ambon

¹doms.upuy@lecturer.unpatti.ac.id, ²niansaidu@gmail.com, ³gieskasalamena03@gmail.com, ⁴armanjuma08@gmail.com, ⁵jesicalopumeten@gmail.com, ⁶fpchiet@gmail.com

* corresponding author

ABSTRACT

ARTICLE INFO

The aim of this research is to evaluate the level of population satisfaction with employee performance in Allaug State. The Fuzzy Mamdani and Fuzzy Tsukamoto methods are used to process qualitative and quantitative. This research aims to evaluate the population satisfaction levelative data. This study involved a survey of 100 Allaug State residents, using a questionnaire covering various aspects of public service. The research results show that the Fuzzy Tsukamoto method produces a higher level of population satisfaction compared to the Fuzzy Mamdani method. Further analysis reveals that factors such as service speed, employee friendliness, and procedural efficiency have a significant influence on satisfaction levels. This research also identifies areas that need improvement in public services in Allang State. The implications of these findings are discussed in the context of improving government service quality and community welfare. Based on the results obtained using calculations with Matlab, the calculations of the two methods to obtain population satisfaction in Negeri Allang with the Mamdani method produced a value of 7.2, while for the Tsukamoto method for each linguistic variable, it was 30, 50, and 70. So it can be said that the fuzzy Tsukamoto method is better for measuring population satisfaction with employee performance at the Negeri Allang office.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Article history

Received: 3 July 2024

Revised: 23 July 2024

Accepted: 20 September 2024

Keywords

employee performance

Fuzzy Mamdani

Fuzzy Tsukamoto

public service

performance evaluation

1. Pendahuluan

Salah satu fokus utama pemerintah dalam mewujudkan *good governance* adalah meningkatkan kualitas pelayanan publik. Sangat penting bagi pemerintah untuk mengukur secara berkala tingkat

kepuasan penduduk terhadap kinerja pegawai karena ini adalah salah satu indikator penting dalam mengukur efektivitas pelayanan publik. Orang yang puas dengan kinerja pegawai akan lebih percaya pada pemerintah dan lebih mendukung inisiatifnya. Untuk mengetahui tingkat kepuasan penduduk, ada banyak metode yang dapat digunakan, termasuk survei. Namun, metode survei tradisional seringkali memiliki masalah dalam mengolah data kualitatif dan kuantitatif secara bersamaan, karena mereka hanya dapat mengumpulkan data numerik. Data tentang kepuasan penduduk, di sisi lain, seringkali bersifat kualitatif dan tidak dapat diukur secara langsung. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, metode fuzzy dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengukur tingkat kepuasan penduduk. Metode fuzzy adalah sebuah sistem pemrosesan data yang mampu mengolah data kuantitatif dan kualitatif sekaligus, dan mampu menangani ketidakpastian dan kompleksitas dalam data yang diproses.

Penelitian ini akan menentukan tingkat kepuasan penduduk terhadap kinerja pegawai di Negeri Allang dengan menganalisis dan membandingkan dua metode fuzzy: metode fuzzy Mamdani dan Tsukamoto. Salah satu desa di Kabupaten Maluku Tengah, Negeri Allang, sedang gencar melakukan reformasi birokrasi untuk meningkatkan kualitas pelayanan publik. Dua metode fuzzy yang paling populer dan digunakan adalah metode Fuzzy Mamdani dan Fuzzy Tsukamoto. Metode Fuzzy Mamdani adalah yang pertama dan memiliki struktur yang agak sederhana, sedangkan metode Fuzzy Tsukamoto adalah pengembangan dari metode Fuzzy Mamdani dan memiliki struktur yang lebih kompleks [9]. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan metode fuzzy Mamdani dan Tsukamoto untuk menentukan metode fuzzy yang lebih efektif untuk mengukur tingkat kepuasan penduduk terhadap kinerja pegawai di Negeri Allang.

2. Metode Penelitian

2.1 Metode Fuzzy

Metode fuzzy adalah sebuah sistem pemrosesan data yang mampu mengolah data yang bersifat kualitatif dan kuantitatif secara bersamaan. Metode fuzzy mampu bekerja dengan tingkat kepastian yang tidak sempurna dan mampu menangkap ketidakpastian dan kompleksitas data yang digunakan[3][5].

Metode fuzzy terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

- **Fuzzy set:** Fuzzy set adalah kumpulan elemen yang memiliki tingkat keanggotaan yang berbeda-beda. Tingkat keanggotaan diukur dengan menggunakan nilai fuzzy yang berkisar antara 0 dan 1.
- **Fungsi keanggotaan:** Fungsi keanggotaan adalah fungsi yang mendefinisikan tingkat keanggotaan suatu elemen dalam fuzzy set.
- **Aturan fuzzy:** Aturan fuzzy adalah pernyataan yang menghubungkan *input* dan *output* sistem fuzzy.
- **Mesin inferensi fuzzy:** Mesin inferensi fuzzy adalah sistem yang memproses data masukan dan menghasilkan keluaran berdasarkan aturan fuzzy.

2.2 Metode Fuzzy Mamdani

Metode Fuzzy Mamdani adalah salah satu metode fuzzy yang paling populer dan banyak digunakan. Metode ini memiliki struktur yang relatif sederhana dan mudah dipahami. Metode Fuzzy Mamdani telah banyak diterapkan di berbagai bidang yaitu pengendalian sistem, klasifikasi data, dan pengambilan keputusan[2][6].

Langkah-langkah pengolahan data dengan menggunakan metode Fuzzy Mamdani adalah sebagai berikut:

- **Fuzzifikasi:** Data numerik diubah menjadi nilai fuzzy.

- **Agregasi:** Nilai fuzzy dari berbagai input digabungkan untuk menghasilkan nilai fuzzy yang baru.
- **Implikasi:** Nilai fuzzy yang baru diimplikasikan dengan aturan fuzzy.
- **Defuzzifikasi:** Nilai fuzzy diubah kembali menjadi data numerik.

2.3 Metode Fuzzy Tsukamoto

Metode Fuzzy Tsukamoto adalah pengembangan dari metode Fuzzy Mamdani. Metode ini memiliki struktur yang lebih kompleks dan mampu menghasilkan hasil yang lebih akurat. Langkah-langkah pengolahan data dengan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto adalah sebagai berikut [7]:

- **Fuzzifikasi:** Data numerik diubah menjadi nilai fuzzy.
- **Agregasi:** Nilai fuzzy dari berbagai input digabungkan untuk menghasilkan nilai fuzzy yang baru.
- **Implikasi:** Nilai fuzzy yang baru diimplikasikan dengan aturan fuzzy.
- **Defuzzifikasi:** Nilai fuzzy diubah kembali menjadi data numerik dengan menggunakan fungsi Tsukamoto.

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu deskriptif kualitatif. Metode ini dipilih untuk membandingkan efektivitas dua metode fuzzy, yaitu Fuzzy Mamdani dan Fuzzy Tsukamoto, dalam mengukur kepuasan penduduk terhadap kinerja pegawai di Negeri Allang. Pendekatan kuantitatif memungkinkan pengumpulan data numerik yang dapat dianalisis secara statistik, sementara desain komparatif memfasilitasi perbandingan sistematis antara kedua metode fuzzy tersebut. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan desain deskriptif untuk menggambarkan dan menganalisis data yang dikumpulkan. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengumpulkan data dengan menggunakan statistik, dan desain deskriptif digunakan untuk menggambarkan dan menganalisis data tersebut. Metode penelitian ini terdiri dari tiga tahap utama yaitu Analisis, Perancangan, Implementasi. Tujuan dari tahap analisis penelitian ini adalah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang konsep seperti kepuasan penduduk, kinerja karyawan, dan metode fuzzy. Tahap analisis ini dilakukan dengan meninjau literatur dan mengumpulkan data dari berbagai sumber. Literatur yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari buku, jurnal ilmiah, dan sumber lain yang dapat diandalkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsep tentang kepuasan penduduk, kinerja pegawai, dan metode fuzzy.

Data dikumpulkan untuk mengetahui kepuasan penduduk terhadap kinerja pegawai di Negeri Allang. Data primer dan data sekunder adalah dua jenis data yang dapat dikumpulkan. Data primer berasal dari penelitian lapangan, sedangkan data sekunder berasal dari berbagai sumber, seperti statistik resmi, laporan pemerintah, dan publikasi ilmiah. Masalah, tujuan, dan hipotesis penelitian dibuat berdasarkan hasil analisis. Instrumen penelitian, teknik pengolahan data, dan metode analisis data adalah tujuan dari tahap perancangan penelitian. Untuk penelitian ini, seratus orang yang dipilih sebagai sampel diminta untuk mengisi kuesioner tentang keterampilan sikap efektifitas efisiensi keadilan. Mereka diminta untuk menceritakan pengalaman mereka dan pendapat mereka tentang kinerja pegawai Negeri Allang. Penelitian ini menggunakan metode pengolahan data Fuzzy Mamdani dan Tsukamoto [1]. Strukturnya yang sederhana dan mudah dipahami membuat metode fuzzy Mamdani menjadi salah satu yang paling populer dan banyak digunakan. Proses pengolahan data dengan metode Fuzzy Mamdani adalah; Nilai fuzzy diciptakan dari data numerik; agregasi adalah ketika nilai fuzzy dari berbagai sumber digabungkan untuk membuat nilai fuzzy yang baru; implikasi adalah ketika nilai fuzzy yang baru diimplikasikan dengan aturan fuzzy; dan defuzzifikasi adalah ketika nilai fuzzy diubah kembali menjadi data numerik.

Metode Fuzzy Tsukamoto adalah evolusi dari metode Fuzzy Mamdani, yang memiliki struktur yang lebih kompleks dan memiliki kemampuan untuk menghasilkan hasil yang lebih akurat [4]. Proses pengolahan data dengan metode Fuzzy Tsukamoto adalah sebagai berikut:

Fuzzifikasi terjadi ketika data numerik diubah menjadi nilai fuzzy. Agregasi terjadi ketika nilai fuzzy dari berbagai input digabungkan untuk menghasilkan nilai fuzzy yang baru. Implikasi terjadi ketika nilai fuzzy yang baru diimplikasikan oleh aturan fuzzy. Defuzzifikasi terjadi ketika fungsi Tsukamoto digunakan untuk mengubah kembali nilai fuzzy menjadi data numerik. Dalam penelitian ini, analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan dan menganalisis data yang dikumpulkan. Tujuan dari tahap implementasi penelitian ini adalah untuk melakukan penelitian lapangan, mengolah data, dan menganalisisnya. Dengan menggunakan kuesioner, penelitian lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data dari responden. Data tersebut diproses menggunakan metode Fuzzy Mamdani dan Tsukamoto [8]. Analisis deskriptif digunakan untuk menganalisis data.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan dari perbandingan fuzzy mamdani dan tsukamoto menggunakan data yang ditunjukkan pada tabel 1 berikut:

Table 1. Tabel Data

NO	Table Tanggapan Penduduk Terhadap Kinerja Pegawai Di Negeri Allang		
	Kategori	Frekuensi	Presentase(%)
1	Setuju	18	60
2	Ragu-Ragu	6	20
3	Tidak Setuju	6	20
	Jumlah	30	100

4.1 Implementasi Fuzzy Mamdani

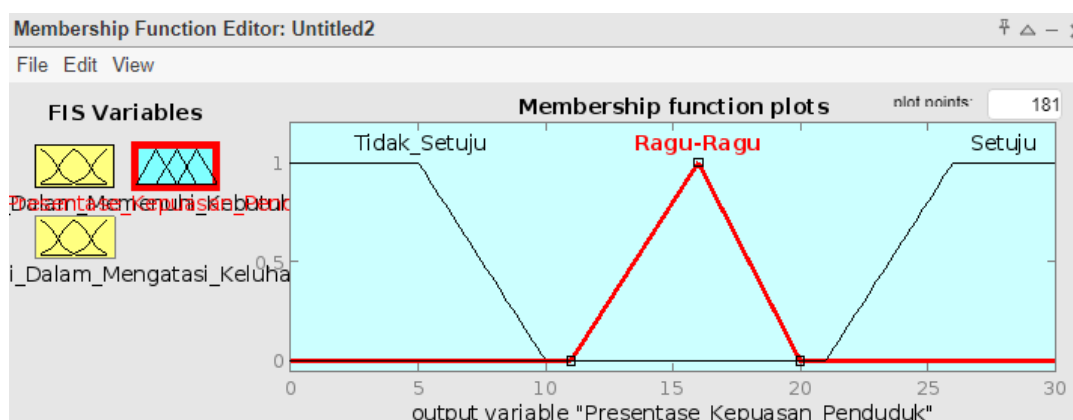
Implementasi dari fuzzy mamdani untuk mengukur kepuasan penduduk terhadap kinerja pegawai pada kantor Negeri Alang dijabarkan sebagai berikut:

X = Kepuasan Penduduk

Tidak Setuju (TS) = 0% – 10%

Ragu-ragu (RR) = 11% – 20%

Setuju (S) = 21% – 30%



Gambar 1. Output Presentase Kepuasan Penduduk

Proses pembuatan fungsi keanggotaan dari variabel *input* dan variabel *output* dapat dilihat pada Gambar 1, berdasarkan tampilan pada Gambar 1 juga ditunjukkan variabel linguistik yaitu tidak setuju, ragu-ragu, dan setuju.

Untuk penjabaran untuk masing-masing variabel linguistik ditunjukkan sebagai berikut:

$$\mu_{(x)TS} = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 10 \\ \frac{10-x}{10-5}, & 5 \leq x \leq 10 \\ 0, & 10 < x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{(x)RR} = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 11 \\ \frac{x-11}{16-11}, & 11 < x \leq 16 \\ \frac{20-x}{20-16}, & 16 < x \leq 20 \\ 0, & 20 < x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{(x)S} = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 21 \\ \frac{x-21}{26-21}, & 21 \leq x \leq 26 \\ 1, & 26 < x \leq 30 \end{cases}$$

4.2 Rule Base untuk Fuzzy Mamdani

Setelah mengumpulkan data survey dari 30 responden di Negeri Allang, data tersebut difuzzifikasi menggunakan fungsi keanggotaan yang telah didefinisikan. Variabel yang diukur meliputi kualitas layanan, responsivitas pegawai, dan kepuasan keseluruhan. Pada gambar 2 berikut ditunjukkan 10 aturan *IF-THEN* dengan menggunakan dengan operator *AND*.



Gambar 2. Rule Base

1. *IF* Kinerja pegawai dalam memenuhi kebutuhan Baik *AND* Kinerja pegawai dalam mengatasi keluhan Baik *THEN* Presentase kepuasan penduduk Setuju
2. *IF* Kinerja pegawai dalam memenuhi kebutuhan Kurang *AND* Kinerja pegawai dalam mengatasi keluhan Cukup Baik *THEN* Presentase kepuasan penduduk Tidak Setuju
3. *IF* Kinerja pegawai dalam memenuhi kebutuhan Cukup Baik *AND* Kinerja pegawai dalam mengatasi keluhan Kurang *THEN* Presentase kepuasan penduduk Tidak Setuju
4. *IF* Kinerja pegawai dalam memenuhi kebutuhan Baik *AND* Kinerja pegawai dalam mengatasi keluhan Kurang *THEN* Presentase kepuasan penduduk Ragu-Ragu
5. *IF* Kinerja pegawai dalam memenuhi kebutuhan Kurang *AND* Kinerja pegawai dalam mengatasi keluhan Baik *THEN* Presentase kepuasan penduduk Ragu-Ragu
6. *IF* Kinerja pegawai dalam memenuhi kebutuhan Cukup Baik *AND* Kinerja pegawai dalam mengatasi keluhan Baik *THEN* Presentase kepuasan penduduk Setuju
7. *IF* Kinerja pegawai dalam memenuhi kebutuhan Baik *AND* Kinerja pegawai dalam mengatasi keluhan Cukup Baik *THEN* Presentase kepuasan penduduk Ragu-Ragu

8. *IF* Kinerja pegawai dalam memenuhi kebutuhan Kurang *AND* Kinerja pegawai dalam mengatasi keluhan Kurang *THEN* Presentase kepuasan penduduk Tidak Setuju
9. *IF* Kinerja pegawai dalam memenuhi kebutuhan Cukup Baik *AND* Kinerja pegawai dalam mengatasi keluhan Cukup Baik *THEN* Presentase kepuasan penduduk Ragu – Ragu.
10. *IF* Kinerja pegawai dalam memenuhi kebutuhan Baik *AND* Kinerja pegawai dalam mengatasi keluhan Baik *THEN* Presentase kepuasan penduduk Setuju

Selanjutnya dilakukan proses inferensi fuzzy terhadap himpunan fuzzy yang didefuzzifikasi menggunakan metode centroid. Hasil skor kepuasan rata-rata yang diperoleh dari metode Fuzzy Mamdani yaitu 7,2.

4.3. Implementasi Fuzzy Tsukamoto

Implementasi dari fuzzy tsukamoto untuk mengukur kepuasan penduduk terhadap kinerja pegawai pada kantor Negeri Alang dijabarkan sebagai berikut:

X = Kepuasan Penduduk

Tidak Setuju (TS) = 0% – 10%

Ragu-ragu (RR) = 11% – 20%

Setuju (S) = 21% – 30%

Pada bagian himpunan fuzzy yang menjawab tidak setuju, akan digunakan nilai *input* x = 5 yang berada dalam rentang 0% - 10%

- Fuzzifikasi:

Untuk x = 5

$$\mu_{TS}(5) = 1 - \frac{5}{10} = 1 - 0.5 = 0.5$$

$$\mu_{RR}(5) = 0 \text{ (karena } 5 < 11)$$

$$\mu_S(5) = 0 \text{ (karena } 5 < 21)$$

- *Rule Base* Fuzzy :

Jika X adalah **Tidak setuju (TS)**, maka *output* adalah Rendah (misalkan rendah = 30) dengan derajat keanggotaan yaitu : $\mu_{TS}(5) = 0.5 \rightarrow$ Rendah (30) serta proses Defuzzifikasi dengan menggunakan metode *Center Average* yaitu: $z = \frac{0.5 \cdot 30}{0.5} = \frac{15}{0.5} = 30$.

Selanjutnya untuk yang menjawab ragu-ragu, akan menggunakan nilai *input* x = 15 yang berada dalam rentang 11% - 20%

1. Fuzzifikasi

Untuk x = 15

$$\mu_{TS}(15) = 0 \text{ (Karena } 15 > 10)$$

$$\mu_{RR}(15) = \frac{15 - 10}{10} = \frac{5}{10} = 0.5$$

$$\mu_S(15) = 0 \text{ (Karena } 15 < 21)$$

2. Inferensi

Aturan fuzzy :

Jika X adalah **Ragu-Ragu (RR)**, Maka *output* adalah sedang (Misallkan sedang = 50)

Derajat Keanggotaan :

$$\mu_{RR}(15) = 0.5 \rightarrow \text{sedang (50)}$$

3. Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi menggunakan *Center Average* :

$$Z = \frac{(0.5 \cdot 50)}{0.5} = \frac{25}{0.5} = 50$$

Sedangkan untuk yang menjawab setuju, kita akan menggunakan nilai *input* $Z = 25$ yang berbeda dalam rentang 21% - 30%

1. Fuzzyfikasi

Untuk $z = 25$

$$\begin{aligned}\mu_{TS}(25) &= 0 \text{ (karena } 25 > 10) \\ \mu_{RR}(25) &= 0 \text{ (karena } 25 > 20) \\ \mu_S(25) &= \frac{25 - 20}{10} = \frac{5}{10} = 0.5\end{aligned}$$

2. Inferensi

Aturan Fuzzy:

Jika X adalah **Setuju (S)**, Maka *output* adalah Tinggi (Misallkan Tinggi = 70)

Derajat Keanggotaan :

$$\mu_S(25) = 0.5 \rightarrow \text{Tinggi (70)}$$

3. Defuzzifikasi

Menggunakan metode *Center Average* :

$$Z = \frac{(0.5 \cdot 70) \cdot 35}{0.5 \cdot 0.5} = 70$$

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dengan menggunakan perhitungan dengan Matlab maka perbandingan kedua metode tersebut untuk memperoleh kepuasan penduduk di Negeri Allang dengan metode mamdani menghasilkan nilai 7,2 sedangkan untuk metode tsukamoto untuk tiap variabel *linguistic* yaitu 30, 50, dan 70. Sehingga dapat dikatakan bahwa metode fuzzy tsukamoto lebih baik untuk mengukur kepuasan penduduk terhadap kinerja pegawai di kantor Negeri Allang.

References

- [1] Auliana, S., & Mansyuri, U. (2022). Penggunaan Metoda Fuzzy Tsukamoto Untuk Menentukan Produksi Barang Elektronik. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, 2(2), 123-129.
- [2] Hidayatullah, B. A., Nugroho, B. I., Santoso, N. A., & Gunawan, G. (2024). Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani dan Fuzzy Tsukamoto untuk Identifikasi Tingkat Serangan Penyakit pada Tanaman Bawang Merah. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(3), 636-648.
- [3] Farhandhany, I., Permana, G. S., Noverick, M. S., Ramadhan, M. D. H., & Rosyani, P. (2023). Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto Dalam Menentukan Harga Smartphone Bekas. *Buletin Ilmiah Ilmu Komputer dan Multimedia (BIKMA)*, 1(1), 46-50.
- [4] Maryam, S., Bu'Ulolo, E., & Hatmi, E. (2021). Penerapan Metode Fuzzy Mamdani dan Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Harga Mobil Bekas. *Journal of Informatics, Electrical and Electronics Engineering*, 1(1), 10-14.
- [5] UPUY, D., & HIARIEY, A. H. (2023). Implementasi Fuzzy Sugeno untuk menentukan Jumlah Produksi Tahu. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, 10(2), 91-94..
- [6] Rosdiana, M. (2023). Analisis Hasil Perbandingan Fuzzy Inference System Metode Mamdani Dan Sugeno Dalam Estimasi Produksi Telur. *Scientia Sacra: Jurnal Sains, Teknologi dan Masyarakat*, 3(4), 63-77.
- [7] Ilham, W., & Fajri, N. (2020). Penentuan jumlah produksi tahu dengan menggunakan metode fuzzy tsukamoto pada UKM abadi berbasis web. *Jurnal Digit: Digital of Information Technology*, 10(1), 71-82.
- [8] Sihombing, F. A. (2024). Kajian Fuzzy Metode Mamdani dan Fuzzy Metode Sugeno serta Implementasinya. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(4), 4940-4955.

- [9] Upuy, D., & Hiariey, A. H. (2023). COMPARISON OF SUGENO AND MAMDANI FUZZY SYSTEM PERFORMANCE IN PREDICTING THE AMOUNT OF VIRGIN COCONUT OIL (VCO) PRODUCTION. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, 6(3), 209-213.