

Research Article

## Perbandingan Pengklasifikasi Anfis dan Fuzzy untuk Pelacakan Objek Berdasarkan Warna RGB Menggunakan Camera Vision

### *A Comparison of Anfis and Fuzzy Classifiers for Object Tracking Based on RGB Color Using Camera Vision*

Iqbal Robiyana<sup>1</sup>, Timbo Faritcan Parlaungan<sup>2</sup>, Sarifudin<sup>1</sup>, M. Agung Suhendra<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Physics, Faculty of Science, Universitas Mandiri, Subang Indonesia

<sup>2</sup> Department of Informatic, Faculty of Engineering, Universitas Mandiri, Subang Indonesia

\*Corresponding Author: agung@universitasm mandiri.ac.id

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received : 17 July 2023 Revised : 1 August 2023 Accepted : 14 August 2023 Available Online : 18 August 2023</p> <p><i>Keywords:</i> Image Processing Fuzzy Anfis Image Substracting Region Properties</p>	<p><i>Image processing technology has a wide range of applications, such as in the medical, military, surveillance, and robotics industries. Analyzing objects in images is crucial when it comes to image processing. This study focuses on image processing to track objects of red, green, and blue (RGB) colors through the utilization of a camera. There are two research schemes: image processing and data classification. The data classification method used is the fuzzy and adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS). The methods of image subtracting and region properties are commonly utilized for image processing. Based on the classification data results, the fuzzy logic classification demonstrated a higher accuracy rate of 86% when compared to Anfis' 65%. This was observed when both classification models were tested using a random sample. The value of Anfis is small due to the limited size of the training data used. As a result, it is recommended to use a fuzzy classifier for object color tracking for good performance.</i></p>
<p><i>Keywords:</i> Pengolahan Citra Fuzzy Anfis Image Substracting Region Properties</p>	<p><b>ABSTRAK</b></p> <p>Teknologi pengolahan citra memiliki berbagai aplikasi, seperti di industri medis, militer, pengawasan, dan robotika. Menganalisis objek dalam citra sangat penting dalam hal pemrosesan citra. Penelitian ini berfokus pada pengolahan citra untuk melacak objek warna merah, hijau, dan biru (RGB) melalui pemanfaatan kamera. Ada dua skema penelitian: pengolahan citra dan klasifikasi data. Metode klasifikasi data yang digunakan adalah fuzzy and adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS). Metode <i>image subtracting</i> dan <i>Region Properties</i> biasanya digunakan untuk pengolahan citra. Berdasarkan hasil data klasifikasi, klasifikasi fuzzy menunjukkan tingkat akurasi yang lebih tinggi sebesar 86% jika dibandingkan dengan Anfis yang sebesar 65%. Ini diamati ketika kedua model klasifikasi diuji menggunakan sampel acak. Nilai Anfis kecil karena terbatasnya ukuran data latih yang digunakan. Maka dari itu, disarankan untuk menggunakan pengklasifikasi fuzzy untuk pelacakan warna objek untuk mendapatkan hasil yang optimal.</p>

## Pendahuluan

Dalam era digital saat ini, teknologi pengolahan citra dan analisis data telah mengalami kemajuan pesat. Penerapan teknologi ini dapat ditemukan dalam berbagai bidang, termasuk pemantauan objek dan pengenalan pola. Aspek penting dalam pemantauan objek adalah pelacakan objek yang kegunaannya cukup penting untuk militer, sistem pengawasan, dan aplikasi robot operasional.<sup>1-2</sup> Pelacakan objek ini dapat dilakukan dengan menggunakan kamera.<sup>3</sup> Secara umum, tujuan dari algoritma pelacakan objek adalah untuk menemukan objek bergerak yang diinginkan dalam data yang diambil dari perangkat akuisisi gambar.<sup>4</sup> Analisa

pemantauan objek bisa dilakukan dengan berbagai cara salah satunya berdasarkan warna. Warna adalah fitur visual yang kuat dan dapat memberikan informasi penting tentang objek yang diamati.

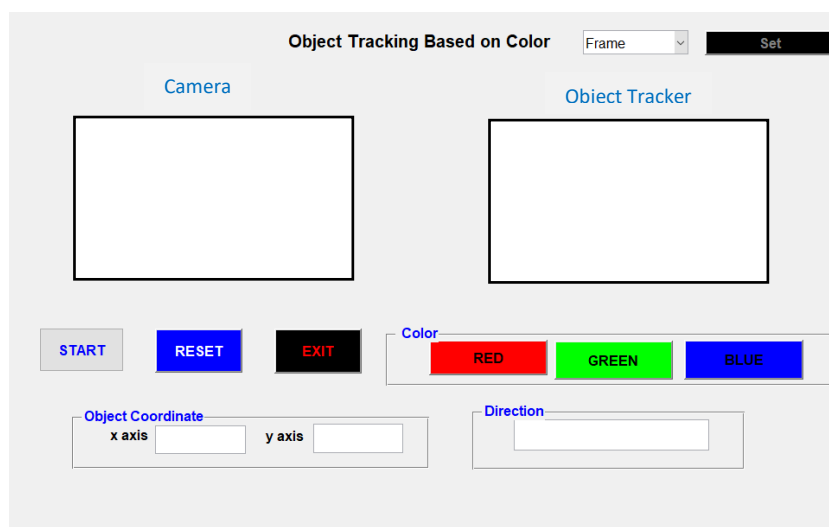
Penelitian ini berfokus pada pengembangan dan evaluasi metode klasifikasi data untuk pelacakan objek berwarna RGB berbasis kamera. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menghasilkan sistem pelacakan objek yang dapat mengenali dan melacak objek berdasarkan perubahan warna dalam citra yang diperoleh dari kamera. Metode klasifikasi data yang digunakan ada dua yaitu menggunakan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) dan *Fuzzy logic*. Penggunaan kedua metode klasifikasi ini sangat banyak ditemukan di berbagai bidang diantaranya medis, biomedis, dan kontrol.<sup>5-9</sup> Secara umum, kinerja pengklasifikasi tergantung pada beberapa juga parameter yang dipilih untuk mendapatkan dan mempengaruhi kinerja pengklasifikasian yang baik dan optimal.<sup>10</sup>

Berdasarkan penelitian sebelumnya, deteksi dan klasifikasi objek bergerak menggunakan metode Anfis menghasilkan akurasi yang tinggi.<sup>11</sup> Di sisi lain, deteksi objek dengan menggunakan metode klasifikas fuzzy juga memberikan hasil yang baik.<sup>12</sup> Maka dari itu, penelitian ini akan membandingkan akurasi dari kedua metode tersebut.

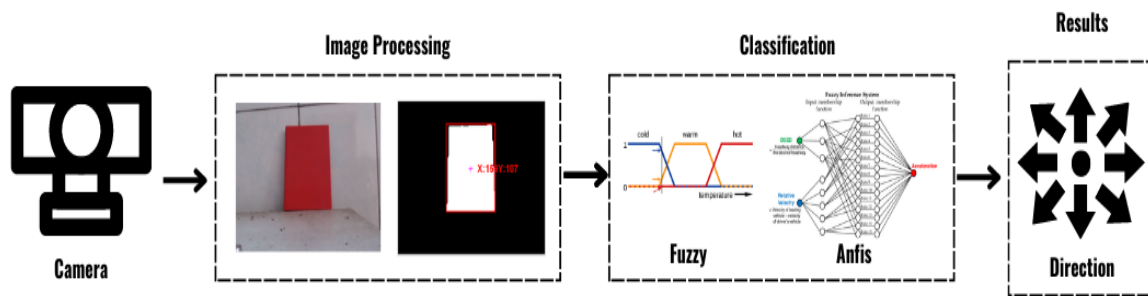
## Metodologi

### Akuisisi Data

Pada penelitian ini digunakan kamera logitech HD 1080p dengan pengaturan ukuran pixel 240x320. Kamera ini dipakai untuk mendeteksi objek dengan variasi tiga warna yaitu Red (R), Green (G) dan Blue (B). Untuk memudahkan interaksi dibuatkan desain antarmuka atau *Graphical User Interface* (GUI) sebagaimana terlihat pada Gambar 1 dimana terlihat ada beberapa fitur yaitu pengaturan jumlah frame dari 25-40, pilihan deteksi warna, titik koordinat dan arah. Untuk skema penelitian ini terlihat pada Gambar 2 dimana ada dua tahapan yaitu tahapan pengolahan citra dan klasifikasi serta hasil klasifikasinya adalah untuk menentukan arah. Pada penelitian ini juga akan dibandingkan hasil klasifikasi antara Fuzzy dan Anfis. Output dari klasifikasi ini adalah menunjukkan arah yang diinginkan dimana ada sembilan arah yaitu; kanan atas, kanan tengah, kanan bawah, kiri atas, kiri tengah, kiri bawah, atas, bawah dan tengah.

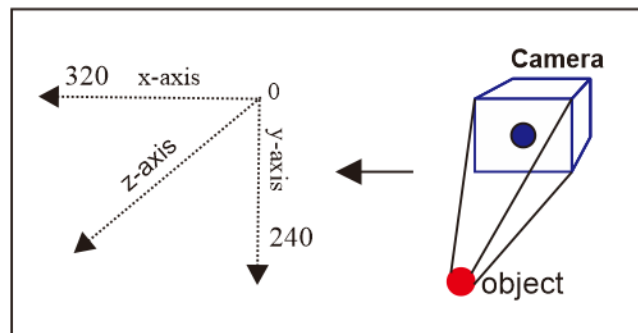


Gambar 1. Desain antarmuka pelacakan objek berwarna



Gambar 2. Skema penelitian

Pada Gambar 3. menjelaskan ilustrasi tentang sistem titik koordinat kamera untuk menentukan sumbu x dan y pada setiap gambar yang direkam oleh kamera, karena pengaturan kamera pada penelitian ini ukuran pixel yaitu 240x320 dimana 240 adalah untuk sumbu y dan 320 untuk sumbu x. Data yang disesuaikan dengan sistem koordinat ini akan menjadi data latih yang akan dipakai untuk klasifikasi.



Gambar 3. Sistem titik koordinat kamera

### Pengolahan Citra

Proses pengolahan citra untuk mendeteksi objek berwarna adalah menggunakan 2 metode yaitu; *image subtracting* dan *Regionprops (Region Properties)*. Secara umum, Metode *image subtracting* dilakukan antara dua gambar yang memiliki kesamaan yang signifikan di antara keduanya, tujuannya untuk meningkatkan perbedaan antara dua gambar. Prosedur *image subtraction* terdiri dari 3 tahap, yaitu *pre-processing*, *background modeling*, dan *foreground detection*. Sedangkan metode *Regionprops (Region Properties)* adalah metode pendekatan yang digunakan untuk mengukur sekumpulan properti-properti dari setiap region yang telah dilabeli dalam matrik label.<sup>13-14</sup>

### Klasifikasi Data

Data yang sudah diolah citranya kemudian diklasifikasi menggunakan metode Fuzzy dan Anfis. Metode Fuzzy atau disebut juga Logika Fuzzy merupakan peningkatan dari logika Boolean yang menjelaskan tentang konsep kebenaran sebagian. Di mana logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah *binary* yaitu 0 atau 1, hitam atau putih dan ya atau tidak. Maka dari itu logika fuzzy menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran antara 0 dan 1. Sistem logika fuzzy melakukan pemetaan nonlinier

antara input dan output berdasarkan fungsi keanggotaan fuzzy dan sekumpulan aturan fuzzy untuk menghasilkan hasil skalar. Dalam sistem fuzzy, fungsi keanggotaan himpunan A adalah fungsi yang mengambil nilai dalam rentang [0,1] dalam himpunan input universal X. Fungsi keanggotaan dan definisi himpunan fuzzy A diberikan dalam Persamaan (1) dan (2) di bawah ini.<sup>15</sup>

$$\mu_A: X \rightarrow [0,1] \tag{1}$$

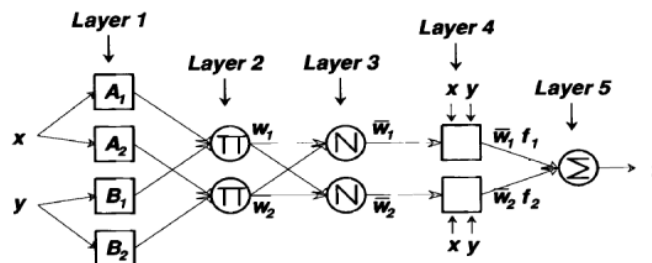
$$A = \{(x, \mu_A) \mid x \in X\} \tag{2}$$

Fungsi keanggotaan suatu himpunan dapat didefinisikan dengan berbagai cara, seperti segitiga, trapesium, lonceng, dan Gaussian. Untuk kemudahan dalam penerapannya, semua fungsi keanggotaan diambil sebagai segitiga.

Metode Anfis gabungan dari dua sistem yaitu sistem logika fuzzy dan jaringan syaraf tiruan atau *Artificial Neural Network*. Sistem neuro-fuzzy berdasar pada sistem inferensi fuzzy yang dilatih menggunakan algoritma pembelajaran yang diturunkan dari sistem jaringan syaraf tiruan. Dalam sistem ANFIS sebagaimana Gambar 4. terdapat lima lapisan proses yaitu; *Fuzzyfication*, *Product*, *Normalization*, *Defuzzyfication*, dan *Output*. Secara umum, persamaan matematika (3) dan (4) untuk menjelaskan struktur Anfis dimana terdapat dua input  $x_1, x_2$  dan satu output  $y$ .<sup>16</sup>

$$\text{If } x_1 \text{ is } A_1 \text{ and } x_2 \text{ is } B_1 \text{ then } y_1 = c_{11}x_1 + c_{12}x_2 + c_{10} \tag{3}$$

$$\text{If } x_1 \text{ is } A_2 \text{ and } x_2 \text{ is } B_2 \text{ then } y_2 = c_{21}x_1 + c_{22}x_2 + c_{20} \tag{4}$$

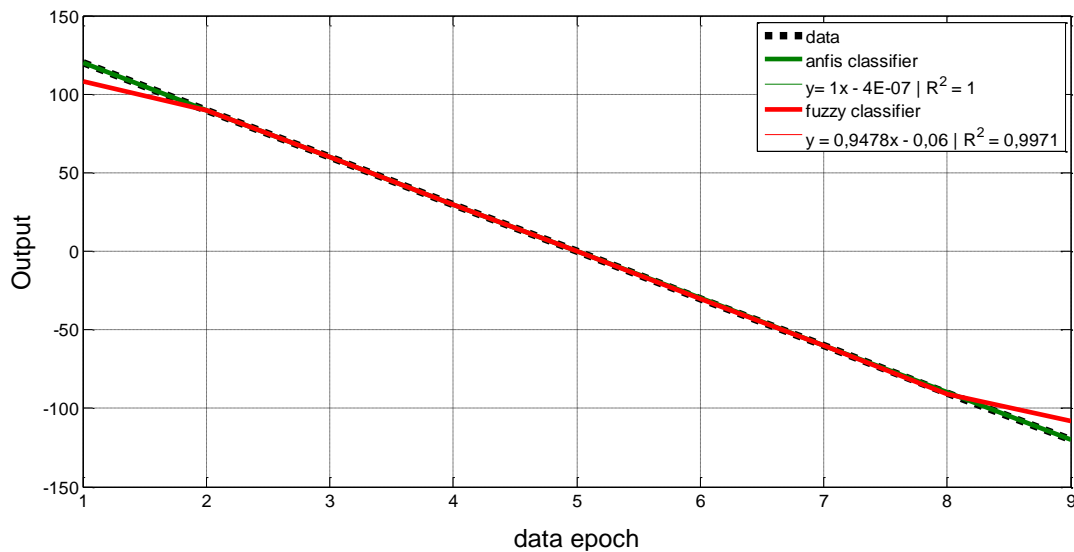


Gambar 4. Sistem dan Struktur Anfis

### Hasil dan Diskusi

Pada Gambar 5. ini menjelaskan tentang hasil pengujian dari klasifikasi Fuzzy dan Anfis yang dibandingkan dengan data latih yang dibuat berdasarkan sistem koordinat pada Gambar 3 di atas sebelumnya dimana data latih ini diambil dari input koordinat sumbu x dan y. Pada gambar ini terlihat perbedaan hasil Fuzzy pada pengujian data latih dengan nilai regresinya  $y = 1x - 4E - 07 \mid R^2 = 1$  sedangkan Anfis terlihat hasilnya sama dengan data latih dengan nilai regresinya  $y = 0,9478x - 0,06 \mid R^2 = 1$ . Selanjutnya hasil klasifikasi ini diuji dengan data sampel secara acak untuk melihat perbedaan hasil antara Fuzzy dan Anfis sebagaimana terlihat pada tabel 1. yang menjelaskan bahwa klasifikasi Fuzzy mempunyai nilai akurasi yang baik sebesar 86% dibandingkan dengan klasifikasi Anfis sebesar 65%. Jika melihat hasil pengujian

terhadap data latih, maka Anfis lebih baik dibanding Fuzzy, akan tetapi pengujian sampel acak ternyata Fuzzy lebih unggul dibanding Anfis. Hal ini menunjukkan bahwa Anfis itu berbasis data, sehingga jumlah data yang dijadikan data latih harus banyak, sedangkan Fuzzy berbasis jangkaun atau *ranges*, sehingga kita hanya tinggal membuat formulasi dari data latih.



Gambar 5. Perbandingan hasil Fuzzy dan Anfis

Tabel 1.

Hasil pengujian klasifikasi Fuzzy dan Anfis

No	Arah	Jumlah Pengujian	Keberhasilan (%)	
			Anfis	Fuzzy
1	Kanan Atas	10	92	76
2	Kanan Tengah	10	81	80
3	Kanan Bawah	10	84	82
4	Kiri Atas	10	84	82
5	Kiri Tengah	10	84	78
6	Kiri Bawah	10	92	75
7	Atas	10	30	100
8	Bawah	10	0	100
9	Tengah	10	38	100
<b>Rata-rata</b>			<b>65</b>	<b>86</b>

### Simpulan

Pada penelitian ini, menunjukkan bahwa klasifikasi fuzzy memiliki tingkat akurasi lebih tinggi sebesar 86% dibandingkan dengan klasifikasi anfis sebesar 65%, hal ini disebabkan karena data anfis yang digunakan sebagai pola data latih sangat sedikit, sehingga hasil anfis ini berbanding lurus dengan jumlah data yang digunakan. Berbeda dengan klasifikasi fuzzy, dimana pembuatan pola klasifikasinya berdasarkan formulasi dari data yang tersedia dengan ketentuan data tersebut dapat menginterpretasikan semua objek. Maka dari itu, penggunaan Fuzzy sangat direkomendasikan untuk penelitian ini dibandingkan Anfis.

## Pendanaan

Penelitian ini tidak menerima pendanaan dari sumber manapun.

## Ucapan Terima Kasih

Kami ucapkan terima kasih kepada program studi fisika yang mendukung dalam penulisan jurnal ini.

## Konflik Kepentingan

Penulis dalam penulisan jurnal ini menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

## Kontribusi Penulis

**Iqbal Robiyana:** Analisis data. **Timbo Faritcan:** Penulisan - *review*. **Sarifudin** – Pengambilan data. **Muhamad Agung Suhendra:** Konsep dan Metodologi

## Daftar Pustaka

1. Hani Hunud A. K., Yasir Mohd M. (2013). Colour-based Object Detection and Tracking for Autonomous Quadrotor UAV. *IOP Conf. Ser.:Mater. Sci. Eng.* 53. doi: 10.1088/1757-899X/53/1/012086
2. Yunus C., Mahmut A., Mahit G. (2017) Color based moving object tracking with an active camera using motion information. *IEEE Explore*. doi:10.1109/IDAP.2017.8090332
3. Ali Basrah P., Zhfranul N., Muhammad A., Hastuti, Hamdani, Dwiprima E. M. (2021). Object Detection with A Webcam Using the Python Programming Language. *Journal of Applied Engineering and Technological Science*. Vol 2(2), 103-111.
4. Mai Thanh N. T., Sanghoon K. (2017). Parallel implementation of color-based particle filter for object tracking in embedded systems. *Human-centric Computing and Information Sciences volume*. doi : 10.1186/s13673-016-0082-1
5. Goli A., Hossein A., Mehrbakhsh N., Tarik A. R., Omed H., Nahla A., Azida Z. (2019). Fuzzy logic approach for infectious disease diagnosis: A methodical evaluation, literature and classification. *Biocybern Biomed Eng.* 39(4): 937–955. doi: 10.1016/j.bbe.2019.09.004
6. P. Thirumurugan, P. Shanthakumar. (2016). Brain tumor detection and diagnosis using ANFIS classifier. *IMA*. Vol. 26(2), doi: <https://doi.org/10.1002/ima.22170>
7. Suhendra, M. A., Parlaungan, T. F., & Sumardi, T. (2023). Voice Recognition as a Mobile Robot Controller with the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System Method. *TIME in Physics*, 1(1), 43–49. <https://doi.org/10.11594/timeinphys.2023.v1i1p43-49>
8. A. Turnip, M. Agung S., and Mada Sanjaya W. S. (2015). Brain-Controlled Wheelchair based EEG SSVEP Signals Classified by Nonlinear Adaptive Filter. *In Proc. 14th IEEE/RAS-EMBS International Conference on Rehabilitation Robotics*, pp. 905-908.
9. A. Turnip, M. Faizal A., M. Agung S., and Dwi Esti K. (2017). Lie Detection Based EEG-P300 Signal Classified by ANFIS Method, *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, Vol. 9, pp. 107-110.
10. T. V. Padmavathy, M. N. Vimalkumar, D. S. Bhargava. (2018). Adaptive clustering-based breast cancer detection with ANFIS classifier using mammographic images. *Cluster Computing*. doi: <https://doi.org/10.1007/s10586-018-2160-9>
11. M. A. Rashidan, Y. M. Mustafah, A. A. Shafie, N. A. Zainuddin, N. N. A. Aziz, A. W. Azman. (2016). Moving Object Detection and Classification Using Neuro-Fuzzy Approach. *International Journal of*

- Multimedia and Ubiquitous Engineering*. Vol.11, No.4 (2016), pp.253-266 doi: <http://dx.doi.org/10.14257/ijmue.2016.11.4.26>
12. C.-F. Juang, et al., Stereo-camera-based object detection using fuzzy color histograms and a fuzzy classifier with depth and shape estimations, *Appl. Soft Comput. J.* (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2015.10.025>
  13. Eka A., Wiwien H., Zuli B. (2013) Implementasi Metode Image Subtracting dan Metode Regionprops untuk Mendeteksi Jumlah Objek Berwarna RGB pada File Video. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*. Volume 18, No.2, Juli 2013: 91-100
  14. Shahbe M. D., Qussay A. S. (2004). Image Subtraction for Real Time Moving Object Extraction. *International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualization (CGIV'04)*, doi: <http://dx.doi.org/10.1109/CGIV.2004.1323958>
  15. Ahmed R. N., Ahmad T. A., Amjad J. H., Ammar K. A. Ibraheem K. I. (2021). Intelligent Fault Detection and Identification Approach for Analog Electronic Circuits Based on Fuzzy Logic Classifier. *Electronics*,10(23), 2888; <https://doi.org/10.3390/electronics10232888>
  16. Afshin S., Navid G., Marjane K., Parisa M., Roohallah A., Assef Z., Abbas K., Abdulhamit S., U. Rajendra A., J. Manuel G. (2022). Detection of Epileptic Seizures on EEG Signals Using ANFIS Classifier, Autoencoders and Fuzzy Entropies. *Biomedical Signal Processing and Control*, 73, 103417. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2021.103417>