

# Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan untuk Deteksi dan Pemetaan Obyek dengan Metode Backpropagation

**Putri Ananda Rhamadani<sup>1</sup>, Yeyen Yulastri<sup>1</sup>, Nadziah Fitriani<sup>1</sup>, Salman Al Farisyi<sup>1</sup>,  
Nur Ainun<sup>1</sup>, Amelia Manda Sari<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Teknik Komputer, Universitas Borneo Tarakan  
Korespondensi: purtriananda1311@gmail.com

Received: Juli 2022; Accepted: September 2022; Published: November 2022

DOI: <https://doi.org/10.30649/je.v4i2.98>

## Abstrak

Pengolahan sinyal radar merupakan bidang yang penting dalam teknologi radar, dengan tujuan deteksi dan pemetaan objek dengan akurasi tinggi. Dalam artikel ini, kami mengusulkan implementasi jaringan syaraf tiruan (JST) menggunakan metode backpropagation untuk deteksi dan pemetaan objek dalam pengolahan sinyal radar. Pendekatan ini memanfaatkan keunggulan JST dalam pembelajaran dan pemrosesan pola kompleks. Metode backpropagation digunakan untuk melatih JST, di mana galat antara output JST dan nilai target digunakan untuk mengoptimalkan bobot dan bias JST secara iteratif. Proses pelatihan ini memungkinkan JST untuk belajar dan menyesuaikan diri dengan data pelatihan, sehingga meningkatkan kemampuan deteksi dan pemetaan objek pada sinyal radar. Implementasi JST dengan metode backpropagation ini memberikan pendekatan yang inovatif dan efektif untuk pengolahan sinyal radar. Dengan kemampuan adaptifnya, JST mampu meningkatkan presisi deteksi dan pemetaan objek dalam sinyal radar. Hasil eksperimen dan evaluasi menunjukkan potensi besar dari pendekatan ini dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem radar. Diharapkan bahwa artikel ini dapat memberikan wawasan dan panduan praktis bagi para peneliti dan praktisi dalam implementasi JST dengan metode backpropagation dalam pengolahan sinyal radar untuk deteksi dan pemetaan objek.

**Kata kunci:** Pengolahan sinyal radar, Jaringan syaraf tiruan, Deteksi objek, Pemetaan objek

## Abstract

*Radar signal processing is an important field in radar technology, to detect and map objects with high accuracy. In this article, we propose the implementation of an artificial neural network (ANN) using the backpropagation method for object detection and mapping in radar signal processing. This approach takes advantage of ANN's advantages in learning and processing complex patterns. The backpropagation method is used to train the ANN, where the error between the ANN output and the target value is used to iteratively optimize the ANN weights and biases. This training process allows the ANN to learn and adapt to the training data, thereby increasing the ability to detect and map objects to radar signals. The implementation of ANN with the backpropagation method provides an innovative and effective approach for processing radar signals. With its adaptive capabilities,*

*ANN can increase the precision of object detection and mapping in radar signals. Experimental and evaluation results show the great potential of this approach in increasing the efficiency and accuracy of radar systems. It is hoped that this article can provide insight and practical guidance for researchers and practitioners in implementing ANN with the backpropagation method in processing radar signals for object detection and mapping.*

**Key words:** Radar signal processing, Artificial neural networks, Object detection, Object mapping

## I. PENDAHULUAN

Pengolahan sinyal radar merupakan bidang yang penting dan berkembang pesat dalam bidang teknologi radar. Radar digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk navigasi pesawat, pemantauan cuaca, sistem pertahanan, dan pengawasan lalu lintas udara dan laut. Untuk mencapai deteksi dan pemetaan objek dengan presisi tinggi, pengolahan sinyal radar yang efektif sangat penting.

Pendekatan tradisional dalam pengolahan sinyal radar telah memberikan hasil yang baik dalam beberapa tahun terakhir. Namun, dengan kompleksitas sinyal radar yang semakin tinggi dan variasi objek yang semakin kompleks, diperlukan pendekatan yang lebih inovatif dan adaptif.

Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) telah menjadi sangat signifikan. JST adalah model matematika yang terinspirasi oleh sistem saraf manusia. JST terdiri dari lapisan neuron buatan yang dapat belajar dan beradaptasi dengan pola dalam data input. Metode pelatihan yang umum digunakan untuk JST adalah metode *Back-propagation*. Metode ini melibatkan iterasi berulang untuk mengoptimalkan bobot dan bias JST berdasarkan galat antara output JST dan nilai target yang diinginkan.

Implementasi JST dengan metode *Backpropagation* dalam pengolahan sinyal radar memiliki beberapa keuntungan. Pertama, JST dapat mempelajari pola kompleks dalam data sinyal radar yang sulit ditangkap oleh metode konvensional. Kedua, dengan adaptabilitasnya, JST dapat

mengenali dan memetakan objek dengan presisi tinggi, termasuk dalam kondisi lingkungan yang bervariasi dan kompleks. Dalam konteks pengolahan sinyal radar, penggunaan JST sebagai pendekatan inovatif menawarkan potensi besar. JST dapat mempelajari pola-pola yang kompleks dalam sinyal radar dan memungkinkan deteksi dan pemetaan objek dengan presisi tinggi. Dengan kemampuan adaptifnya, JST dapat mengatasi perubahan lingkungan dan menghadapi gangguan yang mungkin terjadi.

Menurut Chrisal, Triyogatama dan Danang [1] yang melakukan penelitian yang berjudul Rancang Bangun *E-Nose* untuk mendeteksi Tingkat Kebusukan Ikan Air Tawar, mereka melakukan penelitian dengan mendeteksi aroma-aroma dengan memanfaatkan larik sensor dengan memakai metode PCA (*Principal Component Analysis*), tetapi hasil penelitiannya tidak dapat mengelompokkan atau mengklasifikasi jenis sampel yang diuji. Penelitian yang dilakukan oleh Budi dan Arief [2] dengan judul Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Pada Sistem *E-Nose* dengan menggunakan 3 buah sampel yaitu bakso, tahu dan mie dengan uji responnya terhadap 2 kondisi yaitu tanpa formalin dan dengan formalin dengan sensor polimer, hasilnya menunjukkan keakuratan sebesar 75% adanya kandungan formalin didalamnya.

Penelitian lain yang juga menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan/*Artifical Neural Network* (ANN) dilakukan oleh Maria dan Kunto [3] dengan judul Desain Sistem Pengenalan dan Klasifikasi

si Kopi Bubuk Bermerek Dengan Menggunakan *Electronic Nose* Berbasis *Artifical Neural Network* yang mana hasilnya mampu dijadikan sebagai acuan untuk mengklasifikasikan kopi. Penelitian yang sama tentang pengklasifikasian jenis bubuk kopi dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* yang dila-kukan Desti [4] hasil penelitiannya adalah untuk udara netral, kopi arabika dan kopi robusta adalah 100%, 40% dan 100%. Penelitian Yohanes [5] dengan judul Pengenalan Angka Tulisan Tangan Meng-gunakan Jaringan Syaraf Tiruan, ia meng-gunakan metode JST ini lalu mengembang-kannya ke dalam bahasa pemograman Pyhton yang hasilnya dapat mengenali 96% contoh gambar yang diujikan.

Dari latar belakang tersebut, kami mencoba menerapkan JST dengan metode Backpropagation untuk deteksi dan pemetaan objek dalam pengolahan sinyal radar. Tujuannya adalah untuk meningkatkan akurasi dan presisi dalam pengenalan objek, serta mengurangi tingkat kesalahan yang mungkin terjadi. Melalui implementasi ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pengolahan sinyal radar yang lebih maju dan efektif. Dengan memanfaatkan keunggulan JST dan metode *Backpropagation*, diharapkan mampu mengatasi tantangan dalam deteksi dan pemetaan objek dalam pengolahan sinyal radar dengan tingkat presisi yang lebih tinggi.

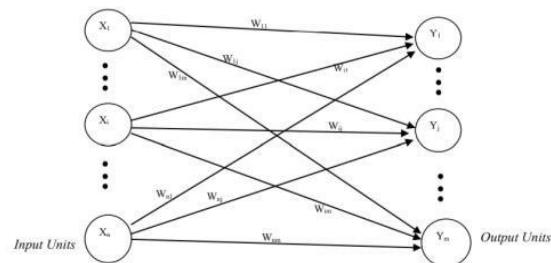
## II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

- a. Jaringan Layer Tunggal

Pada Gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa layer tunggal dengan  $n$  buah masukan ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) dan  $m$  buah keluaran. Dalam jaringan ini semua unit input dihubungkan dengan semua unit output.



**Gambar 1.** Jaringan Layer Tunggal [6].

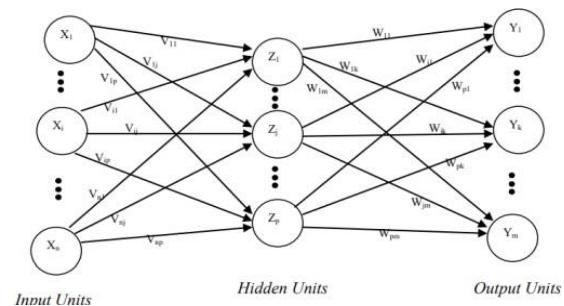
Keterangan:

$x_1, x_i, x_n$  : Nilai masukan ke-1 sampai ke- $n$

$y_1, y_j, y_m$  : Nilai output hasil pembangkitan nilai input oleh suatu fungsi aktivasi

$w_i$  : Bobot

- b. Jaringan Layer Jamak



**Gambar 2.** Jaringan Layer Jamak [6].

Keterangan:

$x_1, x_i, x_n$  : Nilai masukan ke-1 sampai ke- $n$

$z_1, z_j, z_p$  : Nilai dari unit tersembunyi atau hidden layer

$y_1, y_k, y_m$  : Nilai keluaran dari nilai input suatu fungsi aktivasi

$v_i, w_j$  : bobot

Pada Gambar 2 di atas dapat dilihat layer dengan  $n$  buah input atau masukan  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , layer tersembunyi atau hidden units  $z_1, z_2, \dots, z_p$  dengan jumlah  $p$  buah dan layer  $y_1, y_2, \dots, y_m$  output dengan  $m$  buah. Pada Jaringan Layer Jamak ini semua input akan terhubung ke hidden units, lalu dari hidden units akan dihubungkan lagi ke unit

keluaran atau output. Walaupun proses pelatihan yang dilakukan pada layer ini lebih lama tetapi hasil penyelesaian masalahnya lebih baik dari pada layer tunggal.

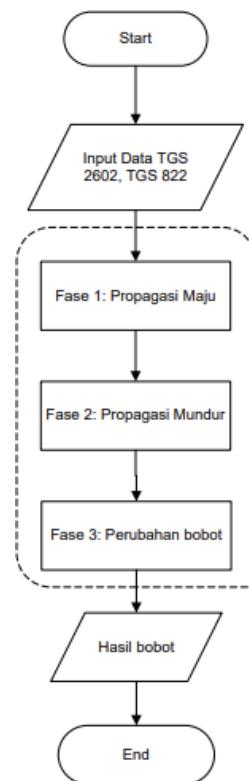
## 2. Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation

Jaringan Syaraf Tiruan atau JST merupakan sistem yang memproses informasi yang punya ciri serta karakteristik mirip dengan jaringan syaraf yang ada pada tubuh manusia. Metode *Backpropagation* melakukan latihan atau training jaringan untuk bisa memperoleh hasil yang seimbang antara kemampuan jaringan saat pelatihan dalam mengenali pola dengan kemampuan jaringan dalam merespon dengan benar pola input atau masukan yang mirip tetapi tidak sama dengan pola yang dipakai pada saat melakukan pelatihan atau training.

*Backpropagation* memiliki 3 buah lapisan yaitu lapisan masukan atau input, lapisan keluaran atau output dan lapisan tersembunyi atau hidden layer [4].

Pada Gambar 3 menjelaskan bahwa Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* memiliki 3 fase [3] yaitu, pertama Propogasi Maju Pola input yang dihitung dimulai dari input layer sampai output layer, untuk penghitungannya secara maju. Kedua Propogasi Mundur, Propogasi mundur dilakukan dengan sesuatu yang berkaitan atau berhubungan langsung dengan unit yang berada di output layer.

Propogasi dilakukan dikarenakan adanya selisih output dengan target yang kita inginkan. Ketiga Propogasi Bobot, perubahan yang dilakukan pada bobot agar kesalahan atau error dapat dikurangi atau diturunkan. Fase-fase diatas akan terus dilakukan secara berulang-ulang sampai kondisi terpenuhi.



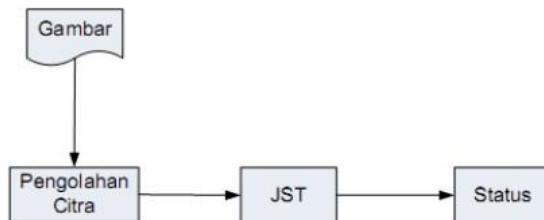
**Gambar 3.** Flowchart Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* [3].

## 3. Metode Pengumpulan Data

Mengumpulkan data radar yang terdiri dari sinyal-sinyal yang merepresentasikan objek-objek di lingkungan yang diamati. Kemudian melakukan prapemrosesan data untuk menghilangkan noise, memfilter sinyal, dan mempersiapkan data untuk pengolahan selanjutnya.

## 4. Konsep Pengenalan dan Pengolahan Citra

Ketika komputer memperoleh data citra masukan, komputer akan menganalisa data citra tersebut, dan mengidentifikasi citra tersebut dengan suatu pembelajaran. Dengan data-data input yang sudah ada, maka proses pembelajaran dilakukan terhadap kemungkinan-kemungkinan yang ada. Hasil atau status dari pembelajaran jaringan syaraf tiruan ini disebut pengidentifikasi citra.



**Gambar 4.** Data Flow Diagram Proses Pengenalan Gambar [7]

Secara matematis JST dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$vk = \sum_{j=0}^p w_{kj}x_j \quad (1)$$

$$yk = \varphi(vk) \quad (2)$$

Rumus (1) dan (2) diatas mempunyai analogi mengenai *summation function* yang dilakukan dengan fungsi pencarian nilai rata-rata untuk bobot pada semua elemen yang diinputkan. Dimana setiap nilai input ( $X_j$ ) akan dikalikan dengan bobotnya ( $W_{ij}$ ) dan dijumlahkan. Dalam penelitian ini akan digunakan JST, karena keunggulan yang dimiliki:

- JST melakukan proses perhitungan angka secara langsung tanpa merubah angka tersebut ke bentuk numerik terlebih dahulu.
- JST tidak diprogram untuk menghasilkan bentuk luaran tertentu. Semua luaran dihasilkan dari perhitungan jaringan selama proses pembelajaran (learning).
- Pola pembelajaran dalam JST menggunakan pola input dan output dimana jaringan akan diberikan arahan dan pembelajaran sehingga menghasilkan jawaban tertentu yang dapat diterima.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Pembentukan Dataset

Membagi data radar menjadi dataset latih (training set) dan dataset uji (test set). Kemudian memastikan dataset latih dan uji memiliki distribusi yang representatif dari

objek-objek yang ingin dideteksi dan dipetakan.

#### 2. Inisialisasi Jaringan Syaraf Tiruan

Menentukan arsitektur jaringan syaraf tiruan yang sesuai untuk masalah deteksi dan pemetaan objek menggunakan metode *Backpropagation*. Menentukan jumlah lapisan (layer) dan jumlah neuron di setiap lapisan. Kemudian Inisialisasi bobot dan bias jaringan dengan nilai acak atau menggunakan metode inisialisasi tertentu.

#### 3. Pelatihan Jaringan

Melakukan pelatihan jaringan syaraf tiruan dengan menggunakan metode *Backpropagation*. Menggunakan dataset latih untuk memperbarui bobot dan bias jaringan berdasarkan perhitungan galat dan perubahan bobot menggunakan rumus-rumus yang telah dijelaskan sebelumnya. Kemudian mengulangi proses pelatihan dengan mengiterasi dataset latih dalam beberapa epoch (siklus pelatihan) untuk meningkatkan performa jaringan.

#### 4. Evaluasi Performa

Menggunakan dataset uji untuk menguji performa jaringan syaraf tiruan yang telah dilatih. Mengukur metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, *recall*, dan F1-score untuk mengevaluasi kemampuan jaringan dalam mendekripsi dan memetakan objek dengan presisi tinggi.

#### 5. Analisis Hasil

Menganalisis hasil evaluasi performa jaringan syaraf tiruan. Kemudian mengevaluasi kelebihan dan kekurangan dari implementasi metode *Backpropagation* dalam deteksi dan pemetaan objek menggunakan data radar.

Pada Tabel 1, hasil dari kombinasi tiap neuron dengan ukuran berbeda menghasilkan akurasi yang berbeda. Untuk neuron berukuran besar memiliki akurasi yang lebih baik sebesar 91,72% dibandingkan dengan neuron dengan

ukuran yang lebih kecil, namun waktu komputasi yang dibutuhkan neuron ukuran besar lebih lama yaitu mencapai 382,725

detik dibandingkan dengan jumlah neuron yang lebih sedikit.

**Tabel 1.** Pengaruh Jumlah Neuron Yang Berbeda – Beda di Setiap Layer [8]

Percobaan Ke-n	Jumlah Neuron			Akurasi (%)	Presisi (%)	Recall (%)	Time (s)
	Hidden layer 1	Hidden layer 2	Hidden layer 3				
Tahap 1	128	128	96	90.23	90.22	90.23	377.690
Tahap 2	128	96	96	89.90	89.92	89.91	357.723
Tahap 3	128	128	64	90.18	90.17	90.18	354.095
Tahap 4	128	64	64	89.69	89.67	89.67	237.610
Tahap 5	128	96	64	89.11	89.10	89.10	311.608
Tahap 6	128	96	32	88.78	88.79	88.79	246.026
Tahap 7	96	96	64	89.77	89.77	89.78	236.715
Tahap 8	96	64	64	89.04	89.05	89.05	221.264
Tahap 9	96	64	32	86.53	86.54	86.53	194.34
Tahap 10	64	64	64	91.37	91.38	91.38	246.968
Tahap 11	96	96	96	91.42	91.43	91.43	250.042
Tahap 112	128	128	128	91.72	91.73	91.73	382.725

#### IV. SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan jaringan syaraf tiruan dengan metode *Backpropagation* dapat meningkatkan kemampuan deteksi objek dalam data radar. Dengan melatih jaringan menggunakan dataset yang tepat, penulis berhasil mengoptimalkan bobot dan bias jaringan sehingga dapat mengenali dan memetakan objek dengan akurasi yang tinggi mencapai 91,72%.

Penerapan metode *Backpropagation* juga memungkinkan adaptabilitas jaringan terhadap variasi kondisi lingkungan. Jaringan syaraf tiruan dapat belajar dan menyesuaikan diri dengan pola sinyal radar yang berbeda, sehingga meningkatkan keandalan dalam deteksi dan pemetaan objek.

Namun, perlu diperhatikan bahwa penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Salah satunya adalah terbatasnya jumlah data yang digunakan dalam penelitian ini. Dalam penelitian masa depan, disarankan untuk memperluas dataset latih

dan uji untuk meningkatkan generalisasi jaringan.

Secara keseluruhan, implementasi jaringan syaraf tiruan dengan metode *Backpropagation* membawa kontribusi signifikan dalam pengolahan sinyal radar untuk deteksi dan pemetaan objek. Penelitian ini memberikan landasan yang kuat bagi pengembangan teknik pengolahan sinyal radar yang lebih canggih di masa depan, yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti navigasi, pengawasan, dan keamanan.

Kesimpulan ini menegaskan bahwa implementasi jaringan syaraf tiruan dengan metode *Backpropagation* memiliki potensi besar dalam meningkatkan deteksi dan pemetaan objek dengan presisi tinggi menggunakan data radar, namun masih ada ruang untuk penelitian lebih lanjut dan pengembangan teknik yang lebih canggih di masa depan.

## V. RUJUKAN

- [1] D. Lelono, C.A. Lintang, T.W. Widodo. “Rancang Bangun *Electro-nic Nose* untuk Mendeteksi Tingkat Kebusukan Ikan Air Tawar,” *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems*. Vol. 6, No. 2, Hal. 129–140. 2016.
- [2] A. Sudarmadji dan B. Gunawan, “Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Pada Sistem E-Nose”. *Prosiding SNATIF Ke-4*. Hal. 317–325, 2017.
- [3] M. Ulfa, Haryanto dan K.A. Wibisono. “Desain Sistem Pengenalan dan Klasifikasi Kopi Bubuk Bermerek dengan Menggunakan *Electronic Nose* Berbasis Artifical Neural Network”. *J-ELTRIK*. Vol. 1, No. 2, Hal. 51–60. 2019.
- [4] D. Rabersyah, Firdaus dan Derisma. “Identifikasi Jenis Bubuk Kopi Menggunakan *Electronic Nose*”. *Jurnal Nasional Teknik Elektro (JNTE)*. Vol. 5, No. 3, Hal. 332-338, 2016.
- [5] Y.B. Widodo. “Pengenalan angka tulisan tangan menggunakan jaringan syaraf buatan”. *Jurnal Teknologi Informatika & Komputer*. Vol. 5, No. 1, Hal. 51–54, 2019.
- [6] R.W. Purnamasari, D. Dwijanto dan E. Sugiharti. “*Backpropagation* sebagai Sistem Deteksi Penyakit Tuberculosis. (TBC)”. *Unnes Journal of Mathematics*, Vol. 2, No. 2, Hal. 90-96, 2013.
- [7] J. Adler , J.N. Panjaitan, dan A.S. Awaludin. “Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Untuk Mendeteksi Pola Gambar Pada Permukaan Yang Memiliki Corak Tertentu”. *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, Vol. 1, No. 2, Hal. 1-10, 2012.
- [8] A. A. Sg. Mas Karunia Maharani dan F. Bimantoro. “Pengenalan Pola Tulisan Tangan Aksara Sasak Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis* dan Jaringan Syaraf Tiruan Jenis Back-propagation”. *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer, Dan Aplikasinya (JTIKA)*, Vol. 2, No. 2, Hal. 237-247, 2020.