

## **Analisis Fungsi Aktivasi pada Algoritma *Backpropagation* dalam Pengenalan Aksara Batak Toba**

### ***Analysis of the Activation Function in the Backpropagation Algorithm in the Introduction of Toba Batak script***

**Esrayanti Simanjuntak<sup>1</sup>, Nurul Khairina<sup>2\*</sup>, Zulfikar Sembiring<sup>3</sup>, Rizki Muliono<sup>4</sup>, Muhathir<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area

Email: [1esrayanti19@gmail.com](mailto:1esrayanti19@gmail.com), [2nurulkhairina27@gmail.com](mailto:2nurulkhairina27@gmail.com), [3zoelsembiring@gmail.com](mailto:3zoelsembiring@gmail.com),

[4rizkimuliono@gmail.com](mailto:4rizkimuliono@gmail.com), [5muhathir@staff.uma.ac.id](mailto:5muhathir@staff.uma.ac.id)

\*Penulis Koresponden

Diterima: 11 Juli 2023

Direvisi: 31 Juli 2023

Disetujui: 14 Agustus 2023



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).  
Copyright (c) 2023 JUSTINDO

#### **ABSTRAK**

Indonesia merupakan salah satu Negara Asia yang memiliki suku dan budaya yang beragam. Suku Batak merupakan suku yang ada di daerah Sumatera Utara. Suku ini terbagi menjadi beberapa jenis berdasarkan wilayahnya. Suku Batak Toba memiliki bahasa daerah yang sangat unik dan sistem tulisan yang berbeda. Aksara Batak Toba sering digunakan dalam upacara keagamaan dan peristiwa penting. Dalam penelitian ini, peneliti akan melakukan studi tentang aksara Batak Toba. Peneliti akan menganalisis Algoritma *Backpropagation* dalam pengenalan aksara Batak Toba dengan variasi fungsi aktivasi. Data input berupa file citra yang akan melalui tahap preprocessing, diikuti dengan ekstraksi fitur, normalisasi, pelatihan, dan pengujian pola aksara Batak Toba. Pada proses pelatihan dan pengujian pola, peneliti akan menggunakan data latih yang terdiri dari beberapa jenis aksara dan melakukan beberapa kali pengujian dengan jumlah epoch yang bervariasi, yaitu 150, 300, 450, 600, 750, 900, 1050, dan 1200 epoch. Dari hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh hasil akurasi tertinggi pada dua jenis fungsi aktivasi, khususnya pada epoch ke-1050. Akurasi pada fungsi aktivasi Sigmoid Bipolar mencapai 80,53% dan pada fungsi aktivasi Sigmoid Biner mencapai 78,95%.

**Kata kunci:** *Aksara Batak, Batak Toba, Fungsi Aktivasi, Jaringan Syaraf Tiruan, Algoritma Backpropagation*

#### **ABSTRACT**

*Indonesia is an Asian country with diverse ethnicities and cultures. The Batak tribe is a tribe that exists in the North Sumatra region. This tribe is divided into several types based on their respective regions. The Batak Toba tribe has a unique local language and a different writing system. The Batak Toba script is often used in religious ceremonies and important events. In this research, the researcher will conduct a study on the Batak Toba script. The researcher will analyze the Backpropagation Algorithm in recognizing the Batak Toba script with variations in activation functions. The input data consists of image files that will go through preprocessing, followed by feature extraction, normalization, training, and testing of the patterns of the Batak Toba script. In the training and testing process, the researcher will use training data consisting of several types of scripts and perform multiple tests with varying numbers of epochs, namely 150, 300, 450, 600, 750, 900, 1050, and 1200 epochs. From the conducted tests, the highest accuracy results were obtained with two types of activation functions, particularly at the 1050th epoch. The accuracy for the Bipolar Sigmoid activation function reached 80.53%, and for the Binary Sigmoid activation function, it reached 78.95%.*

**Keywords:** *Batak script, Batak Toba, Activation Function, Artificial Neural Network, Backpropagation Algorithm*

## 1. Pendahuluan

Bahasa daerah merupakan salah satu keanekaragaman seni dan budaya yang ada di Indonesia (Amalia, Hidayat and Aldya, 2020). Sejarah aksara Batak termasuk dalam kelompok tulisan India, di mana tulisan Brahmi merupakan tulisan India tertua yang membagi menjadi dua kelompok, yaitu India Selatan dan India Utara. Aksara Batak terdiri dari bagian inisial surat (huruf utama) dan bagian anak inisial surat (huruf turunan) (Theresia Br Pasaribu and Hasugian, 2015). Aksara Batak sering dianggap sebagai huruf abugida (jenis huruf fonetis dimana setiap suara bahasa dapat dilambangkan dengan akurasi) (Winardi and Hamzah, 2014). Jaringan Syaraf Tiruan berperan seperti otak manusia, di mana jaringan syaraf tiruan belajar dari contoh atau kasus yang memiliki pola (Siregar, 2019) (Amrutha and Remya Ajai, 2018) (Wahyuni and Siahaan, 2021). Jaringan Backpropagation adalah jenis jaringan yang digunakan untuk menangani pengenalan pola yang kompleks. Jaringan Backpropagation memiliki *hidden layer* yang menghubungkan *input layer* dan *output layer* (Septiriana, Ayu and Puspitasari, 2015) (Aritonang and Sihombing, 2019). Pada jaringan saraf tiruan, terdapat beberapa fungsi aktivasi yang digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan neuron. Dalam jaringan Backpropagation, fungsi aktivasi Sigmoid Bipolar dan Sigmoid Biner digunakan karena keduanya memiliki karakteristik kontinu dan tidak menurun secara monoton (Faturrahman and Mintarsih, 2018) (Julpan, Nababan and Zarlis, 2015) (Susilawati and Muhathir, 2019).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sigit Adinugroho et al yang meneliti tentang jaringan LVQ dan jaringan Backpropagation. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akurasi sebesar 0,952. (Adinugroho and Arum Sari, 2017).

Fadhilah Syafria et al membandingkan jaringan Backpropagation dengan jaringan LVQ dalam pengenalan pola suara paru-paru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jaringan Backpropagation lebih baik dari pada jaringan LVQ dengan perbandingan akurasi Backpropagation dan LVQ sebesar 93.17% : 86.88% (Syafria, Bueno and Silalahi, 2014).

Hasdi Putra dan Nabilah Ulfa Walmi menggunakan jaringan Backpropagation untuk memprediksi produksi padi. Hasil penelitian menunjukkan prediksi produksi padi mencapai tingkat akurasi sebesar 88.14% dengan tingkat error sebesar 11,86% (Putra and Ulfa Walmi, 2020).

Irvan Faturrahman et al menggunakan jaringan Backpropagation untuk pengenalan pola huruf Hijaiyah Khat Kufi. Hasil penelitian menunjukkan tingkat akurasi yang terbaik diperoleh pada *learning rate* 0,01 dan epoch 10.000 yang mencapai akurasi sebesar 100% (Faturrahman and Mintarsih, 2018).

Eben Siregar et al menggunakan algoritma Backpropagation dalam penelitiannya. Peneliti menggunakan fungsi aktivasi dan Linear Function untuk mengetahui perkembangan populasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akurasi terbaik mencapai 97% (Siregar et al., 2019).

Aji Sudarsono meneliti tentang laju pertumbuhan penduduk di Kota Bengkulu dengan algoritma Backpropagation. Hasil prediksi menunjukkan bahwa hasil prediksi selama 5 tahun kurang baik. *Error* maksimal dari hasil penelitian mencapai 0,2687, sedangkan *error* minimal mencapai -0,0005 dengan nilai MSE sebesar 0,075491 (Sudarsono, 2016).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, Aksara Batak Toba pada penelitian ini akan dikenali dengan Algoritma Backpropagation khususnya dengan Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner dan Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar untuk melihat mana diantara dua fungsi aktivasi ini yang lebih akurat.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini akan memaparkan teknik peneliti dalam mengumpulkan data dan alur penelitian dalam *flowchart* penelitian.

### 2.1. Pengumpulan Data

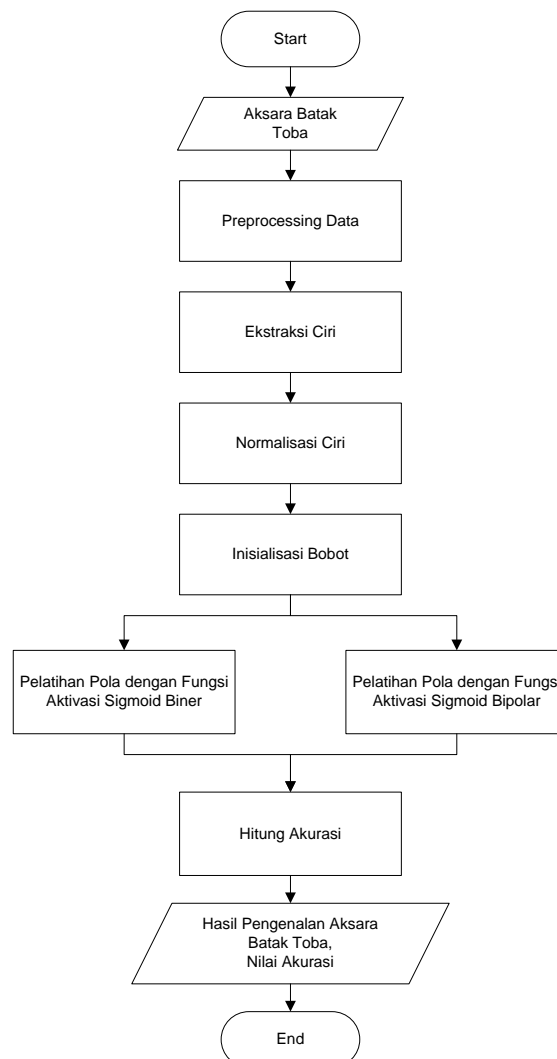
Data yang digunakan merupakan citra Aksara Batak Toba yang diperoleh dari Universitas Nommensen. Data *training* berjumlah 190 aksara dan data *testing* berjumlah 19 aksara. Berikut informasi lebih rinci mengenai variasi aksara Batak Toba:

No.	Baca	Pengetikan	Aks. Batak Toba	No.	Baca	Pengetikan	Aks. Batak Toba
1	a	a	ᯀ	11	la	l	ᯃ
2	ha	h	ᯆ	12	pa	p	ᯄ
3	na	n	ᯇ	13	sa	s	ᯅ
4	ra	r	ᯈ	14	da	d	ᯆ
5	ta	t	ᯉ	15	ga	g	ᯇ
6	ba	b	ᯊ	16	ja	j	ᯈ
7	wa	w	ᯋ	17	u	U	ᯉ
8	i	I	ᯌ	18	ya	y	ᯊ
9	ma	m	ᯍ	19	nya	[	ᯋ
10	nga	<	ᯎ				

Gambar 1. Aksara Batak Toba

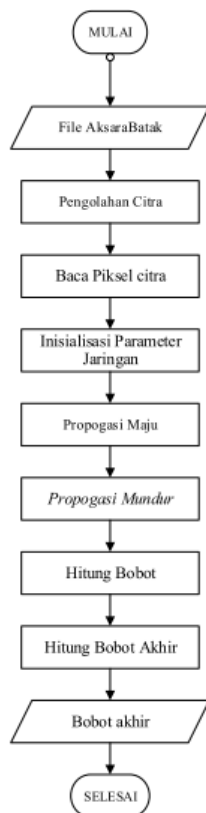
## 2.2. Flowchart Penelitian

Pada penelitian ini, terdapat dua *flowchart* penelitian, yaitu *flowchart training* dan *flowchart testing*. *Flowchart training* menggambarkan proses pembelajaran dalam pengenalan pola aksara Batak Toba. Langkah-langkahnya meliputi ekstraksi nilai fitur dari aksara Batak Toba yang berukuran 24 x 24 piksel. Sementara itu, *flowchart testing* mengilustrasikan proses pengujian pola aksara untuk memeriksa apakah telah sesuai dengan target yang ditentukan. Berikut *flowchart training* dan *testing*:



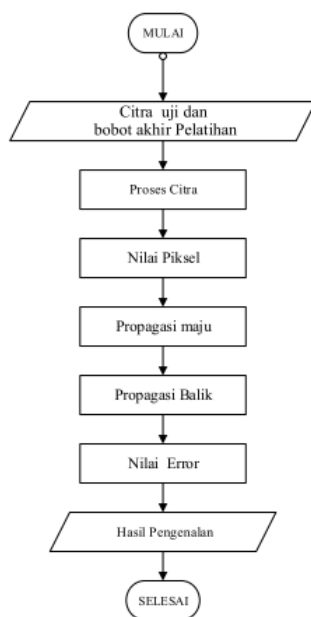
Gambar 2. Flowchart Training dan Testing Pola Aksara Batak Toba

Dalam pelatihan pola aksara Batak Toba menggunakan algoritma Backpropagation, terdapat dua tahap penting yang membagi proses secara detail, yaitu tahap maju (*feed forward*) dan tahap mundur (*back forward*). Pada tahap maju, input aksara Batak Toba melewati jaringan saraf tiruan untuk menghasilkan keluaran yang diprediksi. Selanjutnya, pada tahap mundur, dilakukan perhitungan kesalahan prediksi dan penyesuaian kembali bobot dan bias dalam jaringan saraf. Berikut *flowchart* pelatihan Aksara Batak Toba:



Gambar 3. *Flowchart* Pelatihan Aksara Batak Toba

Selain proses *training* pola aksara Batak Toba, selanjutnya pola aksara Batak Toba akan di uji (*testing*). Proses pengujian dilakukan dengan mengklasifikasikan pola aksara Batak Toba sesuai dengan data *training*. Berikut *flowchart* pengujian Aksara Batak Toba:



Gambar 4. *Flowchart* Pengujian Aksara Batak Toba

Berdasarkan flowchart penelitian yang terdapat pada Gambar 2, 3, dan 4, proses pelatihan dan pengujian dilakukan dengan beberapa tahapan.

- 1). Jumlah input jaringan disesuaikan dengan kombinasi ekstraksi fitur, yang dalam hal ini terdapat 30 input.
- 2). Arsitektur jaringan Backpropagation menggunakan 2 lapisan hidden layer.
- 3). Jumlah output jaringan sebanyak 19, sesuai dengan jumlah aksara Batak Toba yang ada.
- 4). Pelatihan dilakukan dengan variasi nilai Epoch mulai dari 150 hingga 1200 epoch.
- 5). Laju pembelajaran yang digunakan memiliki nilai 0.2.
- 6). Maksimum kesalahan yang diterima dalam proses pelatihan adalah 0.001.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian terdiri dari tampilan aplikasi serta hasil pengujian pola aksara Batak Toba.

#### 3.1. Menu Utama

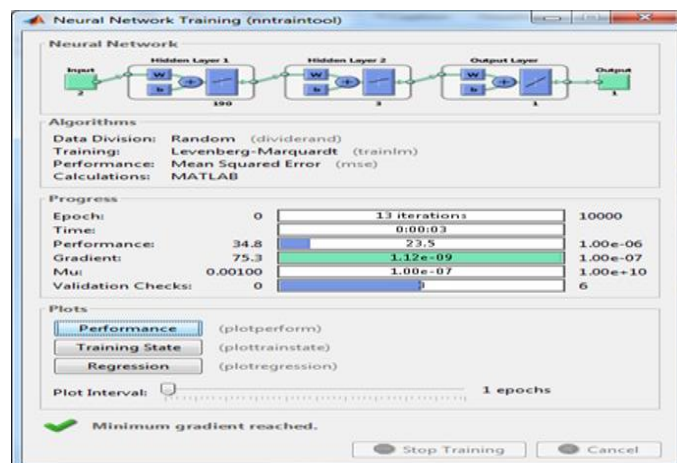
Halaman utama aplikasi pengenalan aksara Batak Toba dengan jaringan Backpropagation:



Gambar 5. Halaman Awal Aplikasi

#### 3.2. Menu Training

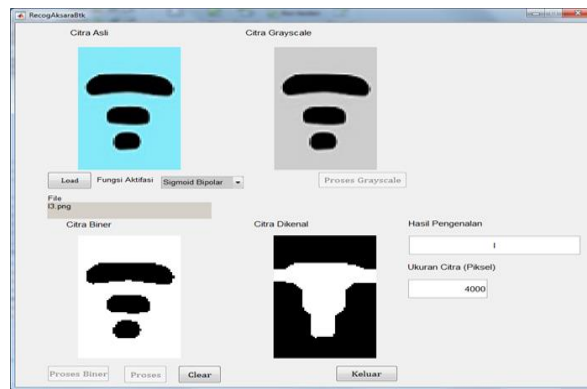
Halaman *training* pola aksara Batak Toba dapat dilihat pada Gambar 6. Halaman ini berisi performa pelatihan jaringan yang terdiri dari jumlah epoch dan lama waktu proses.



Gambar 6. Halaman Tampilan *Training*

#### 3.3. Menu Pengenalan Aksara

Tampilan halaman pengenalan aksara Batak Toba dapat dilihat pada Gambar 7. Proses pengenalan aksara Batak Toba akan dilakukan terhadap 19 pola aksara Batak Toba.



Gambar 7. Tampilan Pengenalan Aksara Toba

### 3.4. Pengujian

Dalam proses pengujian, peneliti melakukan pengukuran tingkat keberhasilan penelitian dengan menguji 19 jenis aksara menggunakan variasi jumlah epoch mulai dari 150 hingga 1200 epoch. Pengujian dilakukan dengan membandingkan tingkat akurasi jaringan Backpropagation yang menggunakan dua jenis fungsi aktivasi, yaitu Sigmoid Bipolar dan Sigmoid Biner. Berikut tingkat akurasi pengujian aksara Batak Toba dengan Fungsi aktivasi Sigmoid Bipolar:

Tabel 1. Tingkat Akurasi dengan Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar

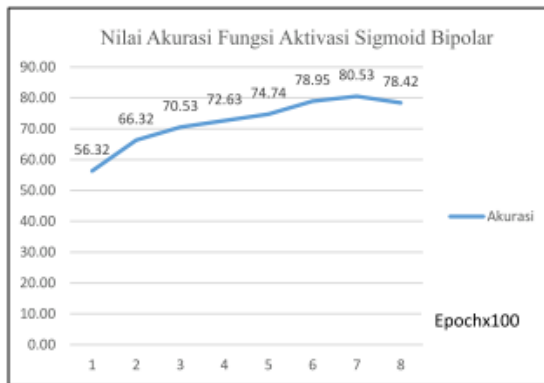
Pengujian (Epoch)	Akurasi (%)
150	56.32
300	66.32
450	70.53
600	72.63
750	74.74
900	78.95
1050	80.53
1200	78.42

Berikut hasil pengujian pada epoch ke 1200:

No	Input	Sukses	Gagal	Akurasi (%)
1	5	8	2	80
2	8	9	1	90
3	7	7	3	70
4	1	8	2	80
5	2	8	2	80
6	4	7	3	70
7	3	8	2	80
8	9	9	1	90
9	8	8	2	80
10	2	8	2	80
11	3	8	2	80
12	4	8	2	80
13	7	7	3	70
14	1	8	2	80
15	2	8	2	80
16	3	7	3	70
17	4	8	2	80
18	7	7	3	70
19	8	8	2	80
Rata-rata		7.84	2.15	78.42

Gambar 8. Hasil Pengujian Aksara Batak pada Epoch 1200

Berikut grafik tingkat akurasi dengan fungsi aktivasi Sigmoid Bipolar



Gambar 9. Grafik Tingkat Akurasi dengan Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar

Berikut tingkat akurasi pengujian aksara Batak Toba dengan fungsi aktivasi Sigmoid Biner :

Tabel 2. Tingkat Akurasi dengan Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner

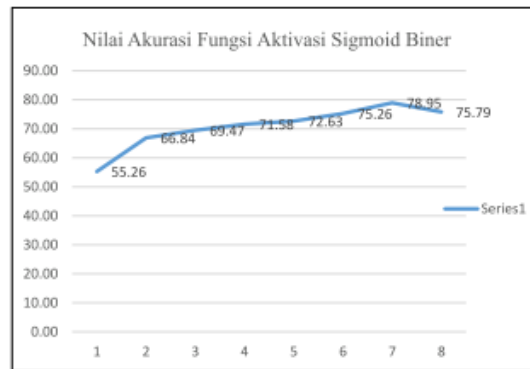
Pengujian (Epoch)	Akurasi (%)
150	55.26
300	66.84
450	69.47
600	71.58
750	72.63
900	75.26
1050	78.95
1200	75.79

Berikut hasil pengujian pada epoch ke 1200 :

No	Input	Sukses	Gagal	Akurasi (%)
1	S	8	2	80
2	B	7	3	70
3	Y	7	3	70
4	I	8	2	80
5	R	7	3	70
6	W	7	3	70
7	W	8	2	80
8	L	7	3	70
9	R	8	2	80
10	d	8	2	80
11	V	8	2	80
12	g	7	3	70
13	)	8	2	80
14	J	8	2	80
15	N	8	2	80
16	X	7	3	70
17	h	8	2	80
18	C	7	3	70
19	S	8	2	80
Rata-rata		7.58	2.42	75.79

Gambar 10. Hasil Pengujian Aksara Batak pada Epoch 1200

Berikut grafik tingkat akurasi dengan fungsi aktivasi Sigmoid Biner



Gambar 11. Grafik Tingkat Akurasi dengan Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner

Kebaharuan penelitian ini terletak pada adanya perbedaan nilai akurasi antara kedua fungsi aktivasi sebesar 1.59%, dimana pengujian dengan fungsi aktivasi Sigmoid Bipolar ternyata lebih akurat dari pada fungsi aktivasi Sigmoid Biner. Analisis kesenjangan dari penelitian ini terlihat pada adanya perbedaan tingkat akurasi pada epoch ke 1050 dan epoch ke 1200, dimana akurasi epoch ke 1050 ternyata lebih besar dibandingkan epoch ke 1200. Akurasi dari pengujian Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar dan Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner mengalami penurunan pada satu epoch terakhir, sehingga nilai akurasi valid adalah nilai akurasi pada epoch ke 1050 dan bukan nilai akurasi dari epoch ke 1020.

#### 4. Kesimpulan

Aksara Batak Toba yang dikenali dan diuji pada penelitian ini dibagi menjadi 19 jenis Aksara dimana jumlah seluruh data training adalah 190 data. Dalam proses pengenalannya, data diuji sebanyak delapan kali dengan beberapa variasi epoch yang berkisar antara 150-1200 epoch. Hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan antara hasil fungsi aktivasi Sigmoid Biner dan fungsi aktivasi Sigmoid Bipolar. Bahwa pada epoch ke 1050, nilai akurasi pada fungsi aktivasi Sigmoid Bipolar mencapai 80.53%. Sedangkan pada fungsi aktivasi Sigmoid Biner, nilai akurasi mencapai 78.95%. Selisih nilai akurasi antara kedua fungsi aktivasi adalah sebesar 1.59%.

#### Daftar Pustaka

- Adinugroho, S. and Arum Sari, Y. (2017) 'Perbandingan Jaringan Learning Vector Quantization dan Backpropagation pada Klasifikasi Daun Berbasis Fitur Gabungan', *Jurnal Informatika & Multimedia*, 9(2), pp. 58–64. Available at: <http://www.cvl.isy.liu.se/en/research/datasets/swedish-leaf/>.
- Amalia, N., Hidayat, E.W. and Aldya, A.P. (2020) 'Pengenalan Aksara Sunda Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Dan Deteksi Tepi Canny', *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 5(1), p. 19. Available at: <https://doi.org/10.24114/cess.v5i1.14839>.
- Amrutha, J. and Remya Ajai, A.S. (2018) 'Performance Analysis of Backpropagation Algorithm of Artificial Neural Networks in Verilog', in *2018 3rd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information and Communication Technology, RTEICT 2018 - Proceedings*. IEEE, pp. 1547–1550. Available at: <https://doi.org/10.1109/RTEICT42901.2018.9012614>.
- Aritonang, M. and Sihombing, D.J.C. (2019) 'An Application of Backpropagation Neural Network for Sales Forecasting Rice Milling Unit', in *2019 International Conference of Computer Science and Information Technology, ICoSNIKOM 2019*, pp. 7–10. Available at: <https://doi.org/10.1109/ICoSNIKOM48755.2019.9111612>.
- Faturrahman, I. and Mintarsih, A.A.F. (2018) 'Pengenalan Pola Huruf Hijaiyah Khat Kufi Dengan Metode Deteksi Tepi Sobel Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation', *Jurnal Teknik Informatika*, 11(1), pp. 37–46. Available at: <https://doi.org/10.15408/jti.v11i1.6262>.
- Julpan, Nababan, E.B. and Zarlis, M. (2015) 'Analisis Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner Dan Sigmoid



- Bipolar Dalam Algoritma Backpropagation Pada Prediksi Kemampuan Siswa', *Jurnal Teknovasi*, 02(1), pp. 103–116.
- Putra, H. and Ulfa Walmi, N. (2020) 'Penerapan Prediksi Produksi Padi Menggunakan Artificial Neural Network Algoritma Backpropagation', *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 6(2), pp. 100–107. Available at: <https://doi.org/10.25077/teknosi.v6i2.2020.100-107>.
- Septiriana, R., Ayu, V. and Puspitasari, T.D. (2015) 'Penerapan Metode Backpropagation pada Pengenalan Objek Menggunakan Multiple Hidden Layer', in *SEMNASKIT*, pp. 81–85.
- Siregar, E. (2019) *Analisis Metode Backpropagation Dengan Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar dan Fungsi Linear Dalam Prediksi Pertumbuhan Penduduk, usu*.
- Siregar, E. et al. (2019) 'Analysis of Backpropagation Method with Sigmoid Bipolar and Linear Function in Prediction of Population Growth', in *Journal of Physics: Conference Series*. Available at: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1255/1/012023>.
- Sudarsono, A. (2016) 'Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus di Kota Bengkulu)', *Jurnal Media Infotama*, 12(1), pp. 61–69.
- Susilawati, S. and Muhathir, M. (2019) 'Analisis Pengaruh Fungsi Aktivasi, Learning Rate Dan Momentum Dalam Menentukan Mean Square Error (MSE) Pada Jaringan Saraf Restricted Boltzmann Machines (RBM)', *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 2(2), pp. 77–91.
- Syafria, F., Buono, A. and Silalahi, B.P. (2014) 'A comparison of backpropagation and LVQ: A case study of lung sound recognition', in *ICACSIS 2014: 2014 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems*, pp. 402–407. Available at: <https://doi.org/10.1109/ICACSIS.2014.7065873>.
- Theresia Br Pasaribu, N. and Hasugian, M.J. (2015) 'Pengenalan Tulisan Tangan Ina ni surat Aksara Batak Toba', in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan SV UGM 2015*, pp. 21–24. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/307433658>.
- Wahyuni, S. and Siahaan, R.F. (2021) 'Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi Tingkat Penyebab Kematian Dari Sepuluh Peringkat Penyakit Terbesar Dengan Algoritma Backpropagation', *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi (JIKOMSI)*, 3(3), pp. 109–117. Available at: <http://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jikom/article/view/98/84>.
- Winardi, S. and Hamzah, H. (2014) 'Penerapan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dalam Pengenalan Pola Aksara Hanacaraka', *Jurnal Teknologi Informasi*, 9, pp. 33–42. Available at: <https://doi.org/10.35842/jtir.v9i27.80>.