

Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Pengenalan Pola Aksara Batak Simalungun Menggunakan Algoritma Backpropagation

Rudiansyah¹, Dicky Nofriansyah², Juniar Hutagalung³

^{1,2,3} Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹rudiansya24678@gmail.com, ²dicky.nofriansyah@gmail.com, ³juniarhutagalung991@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: rudiansya24678@gmail.com

Abstrak

Aksara Batak Simalungun merupakan salah satu warisan budaya Indonesia yang terancam punah karena keterbatasan data dan informasi. Pengetahuan serta penggunaan aksara ini semakin berkurang, terkikis oleh perkembangan teknologi yang lebih mendukung bahasa asing. Hal ini berdampak pada semakin sedikitnya orang yang mengenal dan menggunakan Aksara Batak Simalungun, sehingga aksara ini menjadi semakin terpinggirkan. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini mengusulkan penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan (Artificial Neural Network/ANN) dengan algoritma Backpropagation sebagai metode untuk mengenali dan membaca Aksara Batak Simalungun. Algoritma Backpropagation dipilih karena kemampuannya dalam prediksi dan pengenalan pola melalui penyesuaian bobot berdasarkan perbedaan antara keluaran aktual dan keluaran yang diinginkan. Algoritma ini memiliki tiga lapisan dalam proses pelatihannya yaitu lapisan masukan, lapisan tersembunyi, dan lapisan keluaran, yang memungkinkan pembelajaran multilayer sehingga dapat meningkatkan akurasi pengenalan aksara. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat mempermudah masyarakat dalam mengenali dan membaca Aksara Batak Simalungun, sehingga dapat melestarikan aksara ini di tengah perkembangan teknologi yang pesat. Berdasarkan penelitian terdahulu yang menggunakan algoritma Backpropagation untuk pengenalan pola aksara lainnya, diharapkan penelitian ini juga dapat mencapai akurasi yang tinggi. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam upaya pelestarian Aksara Batak Simalungun dan mendukung pengembangan budaya literasi di Indonesia.

Kata Kunci: *Backpropagation*, Jaringan Syaraf Tiruan, Pengenalan Pola, Aksara, Simalungun

Abstract

The Simalungun Batak script is one of Indonesia's cultural heritages that is endangered due to limited data and information. Knowledge and use of this script is decreasing, eroded by technological developments that favor foreign languages. This has an impact on the fewer people who know and use the Simalungun Batak script, so that this script becomes increasingly marginalized. To overcome this problem, this research proposes the use of Artificial Neural Network (ANN) with Backpropagation algorithm as a method to recognize and read Simalungun Batak script. The Backpropagation algorithm was chosen because of its ability to predict and recognize patterns through adjusting the weights based on the difference between the actual output and the desired output. This algorithm has three layers in its training process, namely the input layer, hidden layer, and output layer, which allows multilayer learning so as to increase the accuracy of script recognition. The results of this research are expected to make it easier for people to recognize and read the Simalungun Batak script, so as to preserve this script in the midst of rapid technological development. Based on previous research using the Backpropagation algorithm for other script pattern recognition, it is expected that this research can also achieve high accuracy. Thus, this research contributes to the preservation of the Simalungun Batak script and supports the development of a literacy culture in Indonesia.

Keywords: *Backpropagation*, Artificial Neural Network, Pattern Recognition, Script, Simalungun

1. PENDAHULUAN

Artikel Aksara Batak Simalungun merupakan salah satu aksara tradisional masyarakat Batak di Sumatera Utara dan merupakan salah satu warisan budaya Indonesia [1]. Aksara ini merupakan aksara yang perlu mendapatkan perhatian penuh karena keterbatasan data dan informasi [2]. Hal ini menyebabkan pengetahuan dan pemakaian Aksara Batak Simalungun semakin sedikit dan terkikis. Hal tersebut terjadi karena banyak hal, diantaranya adalah dengan banyaknya perkembangan teknologi yang menggunakan bahasa asing sehingga aksara ini tidak mungkin dipakai dalam perkembangan teknologi tersebut.

Kabupaten Simalungun memiliki banyak sekali potensi dengan beraneka ragam objek wisata alam yang sangat menarik yang dapat untuk diolah dan dikembangkan menjadi objek wisata pedesaan seperti keindahan Danau Toba, taman wisata alam Pemandian Karang Anyer dan sebagainya [3]. Hal tersebut membuat Kabupaten Simalungun menjadi sangat menarik di mata masyarakat lokal maupun masyarakat global.

Banyak cabang ilmu komputer yang dapat menyelesaikan berbagai macam masalah yang sangat kompleks. Hal tersebut dibuktikan dengan berbagai macam penelitian di bidang *datamining*, jaringan syaraf tiruan, sistem pendukung keputusan dan banyak bidang lainnya [4]. Pengenalan pola adalah sebuah sistem yang bertujuan untuk menentukan suatu objek berdasarkan ciri-ciri yang dimilikinya [5]. Pada penelitian ini, bidang yang diambil adalah Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network* (ANN)). Sistem Jaringan Syaraf Tiruan adalah sebuah metode yang dapat digunakan untuk prediksi dan pengenalan pola. Jaringan syaraf adalah strategi *softcomputing* yang banyak digunakan untuk pengaturan dan harapan [6]. Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*) adalah salah satu sistem pemrosesan informasi yang didesain dengan meniru cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan permasalahan dengan melakukan proses belajar melalui perubahan bobot sinapsisnya [7].

Algoritma yang digunakan adalah Algoritma *Backpropagation*, dimana Algoritma *Backpropagation* adalah algoritma pembelajaran yang mengurangi tingkat kesalahan dengan menyesuaikan bobotnya berdasarkan perbedaan keluaran dan tujuan yang diinginkan. *Backpropagation* disebut juga sebagai algoritma pelatihan *multilayer* karena *Backpropagation* memiliki tiga lapisan dalam proses pelatihannya, yaitu lapisan masukan (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan lapisan keluaran (*output layer*). Algoritma ini adalah evolusi dari jaringan lapisan tunggal dengan dua lapisan, yaitu lapisan masukan (*input layer*) dan lapisan keluaran (*output layer*) [8].

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya menggunakan komputer menjadi citra yang memiliki kualitas lebih baik [9]. Citra adalah suatu representasi, kemiripan, dan imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran sebuah sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada media penyimpana [10]. Citra adalah istilah lain untuk gambar sebagai salah satu komponen multimedia yang memiliki peran penting sebagai bentuk informasi visual [11].

Dengan algoritma tersebut diyakini bahwa dapat dilakukan penelitian terhadap Aksara Batak Simalungun yang dimana aksara ini adalah salah satu indikator majunya peradaban Simalungun karena budaya literasi dapat berkembang dengan aksaranya. Aksara menjadi alat untuk melestarikan bahasa karena bahasa direkam dengan aksara. Namun aksara daerah adalah hal yang dianggap kuno sehingga tidak menarik untuk dipelajari. Pengajaran di sekolah di beberapa daerah bahkan dimulai dari Sekolah Dasar (SD) juga berkontribusi dalam upaya “melek aksara” generasi ke generasi walaupun dalam banyak kasus hanya terkesan sebagai “pengenalan” daripada “penggunaan”. Aksara dipelajari di sekolah, namun akan terlupakan karena pelajar tidak menemukan tempat untuk menggunakannya di dunia nyata. Dengan adanya beberapa masalah tersebut maka penulis berupaya untuk mengangkat penelitian ini guna mempermudah masyarakat dalam mengenali dan membaca Aksara Batak Simalungun. Algoritma yang digunakan pada penelitian ini adalah algoritma *backpropagation*. Alasan digunakannya algoritma ini karena beberapa penelitian terdahulu telah menggunakannya dalam studi kasus yang lain dengan keakuratan diatas 70%. Dengan begitu penulis yakin penelitian ini akan mendapatkan akurasi yang baik dengan menggunakan algoritma ini.

Beberapa penelitian telah menggunakan Algoritma *Backpropagation* untuk mengenali beberapa jenis huruf aksara. Richard Rajagukguk tahun 2023 sudah menggunakan algoritma *backpropagation* untuk pengenalan pola Aksara Burma (bahasa Myanmar) dengan akurasi sebesar 74,4% [12]. Penelitian lainnya dari Aprillia Rinjani Putri tahun 2017 menggunakan algoritma yang sama dengan akurasi sebesar 90% [13].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

Berisi Dalam penelitian ini data yang digunakan yaitu citra tulisan Aksara Batak Simalungun yang berekstensi ‘.jpg’. Data yang digunakan berupa tulisan tangan huruf Aksara Batak Simalungun yang didapatkan dari 7 orang responden secara acak yang telah diberi blanko pengisian untuk menulis huruf sebanyak 19 huruf dan setiap hurufnya ditulis sebanyak 3 kali. Dengan begitu setiap responden menulis 3x19 huruf Aksara Batak Simalungun atau sebanyak 57 huruf, sehingga total data yang digunakan adalah sebanyak 7x3x19 atau sebanyak 399 huruf aksara. Untuk pengambilan data ini pertama-tama Aksara Batak Simalungun difoto menggunakan kamera *handphone* iPhone 11 dengan penyimpanan 4/64, setelah seluruh Aksara Batak Simalungun difoto satu persatu kemudian hasil *scan* tersebut disimpan ke dalam laptop Acer dengan penyimpanan RAM 8 GB dan SSD 512 GB.

Tabel 1. Rancangan Blanko Kosong

No	Aksara Simalungun	Latin	Tulisan 1	Tulisan 2	Tulisan 3
1		a			
2		ha			
3		ba			

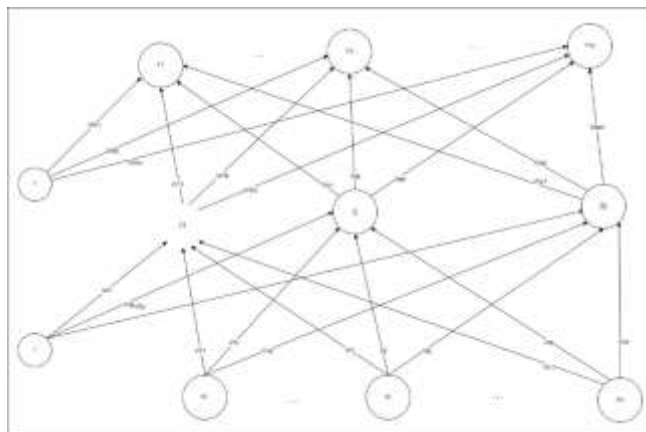
2.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

Arsitektur jaringan syaraf tiruan yang digunakan adalah jaringan syaraf tiruan dengan banyak lapisan menggunakan algoritma *backpropagation* yang terdiri dari:

- Input jaringan sesuai dengan jumlah kombinasi ekstraksi ciri, yaitu 9, 18 dan 45 akan dinormalisasikan terlebih dahulu dengan rentang -1 dan 1. Data dari input layer akan ditransfer ke hidden layer.

- b. Jumlah lapisan tersembunyi (hidden layer) adalah 1 hidden layer dan 2 hidden layer. Setiap neuron pada input layer dan output layer akan terhubung dengan hidden layer melalui bobot dan fungsi aktivasi.
- c. Jumlah lapisan keluaran (output layer) adalah 19 sesuai dengan jumlah Aksara Batak Simalungun.

Jaringan syaraf tiruan yang akan dibangun adalah algoritma propagasi balik (backpropagation) dengan fungsi aktivasi Sigmoid Biner. Fungsi aktivasi dalam JST digunakan untuk melakukan proses perhitungan terhadap nilai aktual output pada hidden layer dan menghitung nilai aktual output pada lapisan keluaran.



Gambar 1. Backpropagation

Langkah 0: Inisialisasi semua bobot dengan bilangan anak kecil.

X1 = -1	X2 = -1	X3 = -1	X4 = 1	X5 = 1
X6 = 1	X7 = -1	X8 = -1	X9 = -1	W11 = 0,4
W21 = 0,5	W01 = 0,2	V01 = 0,4	V02 = 0,5	V11 = 0,4
V21 = 0,3	V31 = 0,2	V41 = 0,3	V51 = 0,5	V61 = 0,8
V71 = 0,1	V81 = 0,8	V91 = 0,7	V12 = 0,4	V22 = 0,6
V32 = 0,3	V42 = 0,2	V52 = 0,4	V62 = 0,3	V72 = 0,6
V82 = 0,2	V92 = 0,5	B = 1	T = 1	α = 0,2

Langkah 1: Jika kondisi penghentian belum terpenuhi, lakukan langkah 2 s/d 9.

Langkah 2: Untuk setiap pasang data pelatihan lakukan langkah 3 sampai 8.

Fase I: Propagasi Maju (Feedforward)

Langkah 3: Tiap unit masukan menerima sinyal pada input dan meneruskannya ke unit tersembunyi.

Langkah 4: Hitung semua keluaran di unit tersembunyi Z_j ($j = 1, 2, 3$)

$$Z_{net j} = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \tag{1}$$

Pada *hidden layer*:

$$\begin{aligned} Z_{net j_1} &= V_{01} + X_1 * V_{11} + X_2 * V_{21} + X_3 * V_{31} + X_4 * V_{41} + X_5 * V_{51} + X_6 * V_{61} + X_7 * V_{71} + X_8 * V_{81} + X_9 * V_{91} \\ &= (0,) + (-1*0,4) + (-1*0,3) + (-1*0,2) + (1*0,3) + (1*0,5) + (1*0,8) + (-1*0,1) + (-1*0,8) + (-1*0,7) \\ &= -0,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{net j_2} &= V_{02} + X_1 * V_{12} + X_2 * V_{22} + X_3 * V_{32} + X_4 * V_{42} + X_5 * V_{52} + X_6 * V_{62} + X_7 * V_{72} + X_8 * V_{82} + X_9 * V_{92} \\ &= (0,5) + (-1*0,4) + (-1*0,6) + (-1*0,3) + (1*0,2) + (1*0,4) + (1*0,3) + (-1*0,6) + (-1*0,2) + (-1*0,5) \\ &= -1,2 \end{aligned}$$

Menerapkan fungsi aktivasi:

$$Z_j = f(Z_{net j}) = \frac{1}{1+e^{-Z_{net j}}} \tag{2}$$

$$Z_1 = \frac{1}{1+e^{-Z_{net j_1}}} = \frac{1}{1+e^{-(-0,5)}} = 0,377541$$

$$Z_2 = \frac{1}{1+e^{-Z_{net j_2}}} = \frac{1}{1+e^{-(-1,2)}} = 0,231475$$

Langkah 5: Hitung semua jaringan di unit Y_k ($k = 1, 2, 3$)

Pada *ouptut layer*:

$$Y_{net k} = W_{0k} + \sum_{i=1}^n Z_i W_{ik} \tag{3}$$

$$\begin{aligned} Y_{net k_1} &= W_{01} + Z_1 * W_{11} + Z_2 * W_{21} \\ &= (0,2) + (0,377541*0,4) + (0,231475*0,5) \\ &= 0,466754 \end{aligned}$$

$$Y_k = f(Y_{net k}) = \frac{1}{1+e^{-Y_{net k}}} \tag{4}$$

$$Y_k = \frac{1}{1+e^{-Y_k}} = \frac{1}{1+e^{-(0,466754)}} = 0,614615$$

Fase II: Propagasi Mundur (Backpropagation)

Langkah 6: Hitung faktor δ unit keluaran berdasarkan kesalahan di setiap unit keluaran Y_k

$$\delta_k = (T_k - Y_k)f'(Y_{netk}) = (T_k - Y_k)Y_k(1 - Y_k) \tag{5}$$

δ_k merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot layer dibawahnya (langkah 7).

$$\delta_k = (T_k - Y_k)Y_k(1 - Y_k) \tag{6}$$

$$\delta_k = (\text{Target} - Y) Y (1 - Y) \tag{7}$$

$$\delta_k = (1 - 0,614615) * (0,614615) * (1 - 0,614615)$$

$$\delta_k = 0,091284$$

Hitung suku perubahan bobot W_{jk} dengan laju percepatan $\alpha = 0,2$

$$\Delta W_{jk} = \alpha \delta_k Z_j \tag{8}$$

$$\Delta W_{01} = \alpha \delta = (0,2) * (0,091284) = 0,018257$$

$$\Delta W_{11} = \alpha \delta Z_1 = (0,2) * (0,091284) * (0,377541) = 0,006893$$

$$\Delta W_{21} = \alpha \delta Z_2 = (0,2) * (0,091284) * (0,231457) = 0,004226$$

Langkah 7: Hitung faktor δ unit tersembunyi berdasarkan kesalahan di setiap unit tersembunyi Z_j ($j = 1, 2, 3$)

$$\delta_{netj} = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{jk} \tag{9}$$

Karena jaringan hanya memiliki sebuah unit keluaran maka:

$$\delta_{netj} = \delta W_{1j} \tag{10}$$

$$\delta_{net1} = \delta W_{11} = (0,091284) * (0,4) = 0,036513$$

$$\delta_{net2} = \delta W_{21} = (0,091284) * (0,5) = 0,045642$$

Faktor kesalahan δ di unit tersembunyi:

$$\delta_j = \delta_{netj} f'(Z_{netj}) = \delta_{netj} Z_j(1 - Z_j) \tag{11}$$

$$\delta_1 = \delta_{net1} Z_1(1 - Z_1) = 0,036513 * 0,377541(1 - 0,377541) = 0,008581$$

$$\delta_2 = \delta_{net2} Z_2(1 - Z_2) = 0,045642 * 0,231475(1 - 0,231475) = 0,008119$$

Hitung suku perubahan bobot V_{ij} (yang akan digunakan untuk merubah bobot V_{ij})

$$\Delta V_{ij} = \alpha * \delta_j * X_i \tag{12}$$

$$j = 1, 2;$$

$$i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$$

Tabel 2. Suku Perubahan Bobot V_{ij}

	Z1	Z2
X ₁	$\Delta V_{11} = 0,2 * 0,008581 * (-1)$ = -0,00171	$\Delta V_{12} = 0,2 * 0,008119 * (-1)$ = -0,00162
X ₂	$\Delta V_{21} = 0,2 * 0,008581 * (-1)$ = -0,00171	$\Delta V_{22} = 0,2 * 0,008119 * (-1)$ = -0,00162
X ₃	$\Delta V_{31} = 0,2 * 0,008581 * (-1)$ = -0,00171	$\Delta V_{32} = 0,2 * 0,008119 * (-1)$ = -0,00162
X ₄	$\Delta V_{41} = 0,2 * 0,008581 * 1$ = 0,001716	$\Delta V_{42} = 0,2 * 0,008119 * 1$ = 0,001624
X ₅	$\Delta V_{51} = 0,2 * 0,008581 * 1$ = 0,001716	$\Delta V_{52} = 0,2 * 0,008119 * 1$ = 0,001624

X_6	$\Delta V_{61} = 0,2 * 0,008581 * 1$ $= 0,001716$	$\Delta V_{62} = 0,2 * 0,008119 * 1$ $= 0,001624$
X_7	$\Delta V_{71} = 0,2 * 0,008581 * (-1)$ $= -0,00171$	$\Delta V_{72} = 0,2 * 0,008119 * (-1)$ $= -0,00162$
X_8	$\Delta V_{81} = 0,2 * 0,008581 * (-1)$ $= -0,00171$	$\Delta V_{82} = 0,2 * 0,008119 * (-1)$ $= -0,00162$
X_9	$\Delta V_{91} = 0,2 * 0,008581 * (-1)$ $= -0,00171$	$\Delta V_{92} = 0,2 * 0,008119 * (-1)$ $= -0,00162$
X_{01}	$\Delta V_{01} = 0,2 * 0,008581 * 1$ $= 0,001716$	$\Delta V_{02} = 0,2 * 0,008119 * 1$ $= 0,001624$

Fase III: Perubahan bobot

Langkah 8: Hitung semua perubahan nilai bobot.

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran:

$$W_{jk}(\text{baru}) = W_{jk}(\text{lama}) + \Delta W_{jk} \tag{13}$$

$k = 0, 1, 2, \dots, m;$

$j = 0, 1, 2$

$$W_{01}(\text{baru}) = W_{01}(\text{lama}) + \Delta W_{01} = 0,2 + 0,018257 = 0,218257$$

$$W_{11}(\text{baru}) = W_{11}(\text{lama}) + \Delta W_{11} = 0,4 + 0,006893 = 0,406893$$

$$W_{21}(\text{baru}) = W_{21}(\text{lama}) + \Delta W_{21} = 0,5 + 0,004226 = 0,504226$$

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi:

$$V_{ij}(\text{baru}) = V_{ij}(\text{lama}) + \Delta V_{ij} \tag{14}$$

$i = 0, 1, 2;$

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$

Tabel 3. Perubahan bobot V_{ij}

	Z_1	Z_2
X_1	$V_{11}(\text{baru}) = 0,4 + (-0,00172) = 0,398284$	$V_{12}(\text{baru}) = 0,4 + (-0,00162) = 0,398376$
X_2	$V_{21}(\text{baru}) = 0,3 + (-0,00172) = 0,298284$	$V_{22}(\text{baru}) = 0,6 + (-0,00162) = 0,598376$
X_3	$V_{31}(\text{baru}) = 0,2 + (-0,00172) = 0,198284$	$V_{32}(\text{baru}) = 0,3 + (-0,00162) = 0,298376$
X_4	$V_{41}(\text{baru}) = 0,3 + 0,001726 = 0,301716$	$V_{42}(\text{baru}) = 0,2 + 0,001624 = 0,201624$

X_5	$V_{51(barau)} = 0,5 + 0,001726 = 0,501716$	$V_{52(barau)} = 0,4 + 0,001624 = 0,401624$
X_6	$V_{61(barau)} = 0,8 + 0,001726 = 0,801716$	$V_{62(barau)} = 0,3 + 0,001624 = 0,301624$
X_7	$V_{71(barau)} = 0,1 + (-0,00172) = 0,098284$	$V_{72(barau)} = 0,6 + (-0,00162) = 0,598376$
X_8	$V_{81(barau)} = 0,8 + (-0,00172) = 0,798284$	$V_{82(barau)} = 0,2 + (-0,00162) = 0,198376$
X_9	$V_{91(barau)} = 0,7 + (-0,00172) = 0,698284$	$V_{92(barau)} = 0,5 + (-0,00162) = 0,498376$
X_0	$V_{01(barau)} = 0,4 + 0,001726 = 0,401716$	$V_{02(barau)} = 0,5 + 0,001624 = 0,501624$

Setelah melakukan perhitungan, selanjutnya adalah membuat *testing* akurasi untuk mengetahui tingkat presentase akurasi dari jumlah data yang telah dilakukan pelatihan dengan menggunakan rumus akurasi:

$$\frac{\text{jumlah data benar}}{\text{jumlah seluruh data}} \times 100\% \tag{15}$$

$$\frac{358}{399} \times 100\% = 89,72\%$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Testing Data Tunggal

Testing data tunggal adalah tahap akhir dari pengenalan pola. Tahap ini bertujuan untuk mengenali setiap huruf Aksara Batak Simalungun dengan cara mengambil keputusan ciri yang dilatih di jaringan *backpropagation* yang memiliki tingkat akurasi. Tingkat akurasi tertinggi yang akan dipakai untuk melakukan *testing* data tunggal. Tingkat akurasi yang didapatkan pada perhitungan manual adalah 89,72%, dengan begitu data tersebut akan digunakan untuk melakukan testing data tunggal.

3.1.1 Hasil Pengenalan Pola

Dari hasil perhitungan algoritma *backpropagation* data tersebut teridentifikasi sebagai huruf 'a' dengan perbedaan data input dan perubahan bobot yang sangat kecil, dimana perubahan yang terjadi lebih kecil dari 0,1 serta lebih besar dari -0,1.

Perubahan bobot secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Perubahan Bobot

	Data Input		Perubahan Bobot		Perubahan	
	Z1	Z2	Z1	Z2	Z1	Z2
X1	0,4	0,4	0,398284	0,398376	0,001716	0,001624
X2	0,3	0,6	0,298284	0,598376	0,001716	0,001624
X3	0,2	0,3	0,198284	0,298376	0,001716	0,001624

X4	0,3	0,2	0,301716	0,201624	-0,00172	-0,00162
X5	0,5	0,4	0,501716	0,401624	-0,00172	-0,00162
X6	0,8	0,3	0,801716	0,301624	-0,00172	-0,00162
X7	0,1	0,6	0,098284	0,598376	0,001716	0,001624
X8	0,8	0,2	0,798284	0,198376	0,001716	0,001624
X9	0,7	0,5	0,698284	0,498376	0,001716	0,001624
B/X0	0,4	0,5	0,401716	0,501624	-0,00172	-0,00162

4. KESIMPULAN

Setelah penelitian dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa sistem yang dibangun berhasil mengenali pola huruf Aksara Batak Simalungun menggunakan algoritma backpropagation. Proses ini melibatkan ekstraksi ciri, pengolahan data ciri ke dalam format yang sesuai, dan pelatihan dengan algoritma backpropagation sesuai parameter dan iterasi yang telah ditentukan, serta pengujian data yang telah dilatih untuk pengenalan huruf Aksara Batak Simalungun. Sistem ini memberikan beberapa dampak positif, antara lain mempermudah masyarakat dalam mempelajari Aksara Batak Simalungun, menjadi referensi bagi peneliti lainnya, dan membantu dalam upaya pelestarian budaya Aksara Batak Simalungun. Dari perhitungan manual, akurasi sistem tercatat sebesar 89,72%, namun saat diimplementasikan, akurasi meningkat menjadi 92,9825%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat-Nya, berbagai pihak yang telah memberikan dukungannya dan dosen pembimbing penulis yang selalu memberikan semangat, doa serta dukungan moril dan materil. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak STMIK Triguna Dharma yang mendukung penulis dalam penelitian ini dan teman-teman yang mendukung penulis dalam pembuatan jurnal ini. Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap jurnal ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat meningkatkan kualitas jurnal-jurnal selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Niarty, "Pattern Recognition of Doctor's Prescription Handwriting Using the Naïve Bayes Classifier Method at Puskesmas Kambaniru" Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science, Vol. 2, 2022.
- [2] M. A. Muchtar *dkk.*, "Digitization of Batak Manuscripts Using Methods Learning Vector Quantization (LVQ)," dalam *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Mei 2020. doi: 10.1088/1757-899X/851/1/012066.
- [3] P. Potensi Daya Tarik Wisata Alam Bahoan Nagori Dolok Marawa Kecamatan Silou Kahean Kabupaten Simalungun, M. Nurrachmania, S. E. Damanik, dan M. M. Simarmata, "03 | Penilaian Potensi Daya Tarik Wisata Alam Bahoan Nagori Dolok Marawa Kecamatan Silou Kahean Kabupaten Simalungun," 2022. [Daring]. Tersedia pada: <http://jpmsm.usi.ac.id>
- [4] S. Rahayu Ningsih, D. Hartama, A. Wanto, dan I. Parlina, *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS) Penerapan Sistem Pendukung Keputusan Pada Pemilihan Objek Wisata di Simalungun*. [Daring]. Tersedia pada: <https://seminar-id.com/semmas-sainteks2019.html>
- [5] D. S. Nugroho, P. Arsiwi, D. Dewa, and K. Wijaya, "Uji Anova untuk Menentukan Pixel yang Mempengaruhi Tingkat Akurasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (JST-BP) pada Pembacaan Plat Nomor Mobil," *Jl. Nakula*, vol. XIV, no. 1, p. 50131, 2020.
- [6] S. Arif *dkk.*, "SNESTIK Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika Analisa Prediksi Beban Listrik Menggunakan Artificial Neural Network (Ann)", doi: 10.31284/p.snestik.2023.4002.

- [7] S. Kaputama Binjai, *Seminar Nasional Informatika (SENATIKA) Prosiding SENATIKA 2021 Jaringan Syaraf Tiruan Memprediksi Kebutuhan Obat-Obatan Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus : UPTD Puskesmas Bahorok)*.
- [8] P. Natalia Napitupulu, A. Rahim Damanik, J. Evonella Napitupulu, T. Informatika, S. A. Tunas Bangsa Jln Sudirman Blok No, dan S. Utara, "Jurnal JPILKOM (Jurnal Penelitian Ilmu Komputer) Implementasi Algoritma Backpropagation Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prediksi Angka Harapan Hidup Di Kota Jambi," Online, 2023.
- [9] B. D. Raharja and P. Harsadi, "Implementasi Kompresi Citra Digital Dengan Mengatur Kualitas Citra Digital," *Jurnal Ilmiah SINUS*, vol. 16, no. 2, Aug. 2018, doi: 10.30646/sinus.v16i2.363.
- [10] T. Susim, C. Darujati, and I. Artikel, "Pengolahan Citra Untuk Pengenalan Wajah (Face Recognition) Menggunakan OpenCV," *Jurnal Syntax Admiration*, vol. 2, no. 3, 2021.
- [11] I. Pujiyanto and D. Darwis, "Uji Ketahanan Citra Digital Terhadap Manipulasi Robustness Pada Steganography," 2021. [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/informatika>.
- [12] R. Rajagukguk, "Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Pengenalan Pola Huruf Aksara Burma (Bahasa Myanmar) Dengan Algoritma Backpropagation," 2023.
- [13] A. R. Putri, "Pengenalan Pola Aksara Batak Karo Menggunakan Metode Backpropagation," 2021.