

## PERBANDINGAN METODE LVQ DAN BACKPROPAGATION UNTUK KLASIFIKAS STATUS GIZI ANAK DI KECAMATAN SANGKUB

Fahima Alamri<sup>1\*</sup>, Setia Ningsih<sup>2\*</sup>, Ismail Djakaria<sup>3</sup>, Djihad Wungguli<sup>4</sup>, Isran K. Hasan<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Statistika, Universitas Negeri Gorontalo

\*e-mail: [puputalamri10@gmail.com](mailto:puputalamri10@gmail.com) dan [setia\\_stat@ung.ac.id](mailto:setia_stat@ung.ac.id)

DOI: 10.14710/j.gauss.12.3.314-321

### Article Info:

Received: 2023-01-16

Accepted: 2023-07-26

Available Online: 2023-09-05

### Keywords:

Status Gizi; Klasifikasi; LVQ;  
Backpropagation

**Abstract:** The problem of children nutrition is still a problem in various regions in Indonesia. Poor or poor nutrition of children is influenced by several factors, namely insufficient food intake and infectious diseases. Undernutrition or poor nutrition can be known from the nutritional status assessment obtained from classifying the nutritional status of children. Classification is a part of data mining that is often used to classify data based on certain data or variables. This study aims to compare the classification of the nutritional status of children using data mining with the learning vector quantization (LVQ) and backpropagation methods. Tests were carried out using a comparison ratio of training and testing data, namely 75% and 25%. From the research results, LVQ is superior with an accuracy of 95,12% and backpropagation of 80,49%.

## 1. PENDAHULUAN

Status gizi anak diberbagai daerah di Indonesia masih menjadi salah satu masalah. Berdasarkan hasil riset kesehatan dasar atau yang disebut dengan Rikesdas yang dilakukan oleh dinas kesehatan menunjukkan bahwa 17,7% bayi usia balita atau dibawah umur 5 tahun masih mengalami permasalahan pada status gizi. Angka tersebut dapat dijabarkan antara lain sebesar 9% balita menderita gizi buruk, dan sebesar 13,8% balita mengalami gizi kurang. Status gizi pada anak balita biasanya dipengaruhi oleh beberapa faktor misalnya asupan makanan dari balita yang tidak mencukupi, maupun penakit infeksi. Asupan energi yang tidak mencukupi dapat menyebabkan balita mengalami ketidak seimbangan negatif, menghasilkan berat badan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan berat badan yang normal maupun ideal. Untuk mencegah hal tersebut terjadi, diperlukan asupan gizi yang cukup dan tergantung pada kebutuhan tubuh, status gizi yang optimal dapat dicapai dengan cara mengkonsumsi karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan mineral selama metabolisme sesuai dengan data kecukupan gizi zat lain untuk mencapai keseimbangan energi dalam tubuh. Untuk mengatasi masalah ini dapat dimulai dari mengetahui faktor-faktor apa yang dapat berpengaruh terhadap gizi buruk pada anak dan digunakan untuk mengklasifikasikan status gizi anak.

Klasifikasi adalah proses pengelompokan objek maupun benda secara logis menurut ciri-ciri kesamaannya. Teknik klasifikasi adalah salah satu metode yang menjalankan algoritma dari fungsi klasifikasi pada data mining yang dapat digunakan untuk dapat menggolongkan atau mengelompokkan data. Teknik klasifikasi ini juga dapat digunakan untuk membuat prediksi atau informasi yang tidak diketahui. Terdapat beberapa cara maupun metode untuk melakukan klasifikasi status gizi anak, diantaranya adalah menggunakan artificial neural network atau yang dikenal dengan jaringan syaraf tiruan (JST)

JST merupakan suatu metode kecerdasan buatan dengan komputasi yang didasarkan pada bentuk model saraf biologis yang ada pada diri manusia, sehingga computer maupun mesin dapat menggunakan model tersebut sebagai duplikasi dari bentuk kecerdasan

manusia. Secara sederhana, jaringan saraf tiruan merupakan sebuah perilaku yang kompleks dengan menghasilkan jaringan dari seberapa banyak unit dari pemrosesan kecil atau sering disebut dengan neuron. Dimana untuk masing-masing neuron tersebut melakukan proses sederhana, menghubungkan satu sama lain melalui aturan koneksi atau bobot. Beberapa metode JST yang dipakai dalam mengklasifikasikan status gizi anak, Misalnya Learning Vector Quantization (LVQ) dan Backpropagation.

LVQ adalah sebuah metode dari JST yang dapat dipakai dalam melakukan pembobotan ataupun training pada setiap lapisan yang kompetitif dan terawasi. Lapisan ini secara otomatis akan diberikan training untuk dapat melakukan klasifikasi pada vector input yang telah diberikan. Jika dalam beberapa vector input tersebut mempunyai bobot jarak yang sangat dekat, maka setiap vector-vektor dari input ini akan dikelompokkan kedalam satu kelas yang identik. Namun jika kedua vektor bobot ini memiliki nilai yang tidak berbeda atau hampir sama pada saat menentukan vektor bobot awal, maka mengidentifikasi data pada setiap kelas akan melalui proses pembelajaran yang cukup lama, terutama jika data yang digunakan dalam jumlah besar. Sedangkan Metode Backpropagation adalah metode yang memiliki keunggulan yang sangat baik untuk menangani permasalahan pada pengenalan bentuk dari pola-pola yang kompleks. Metode Backpropagation merupakan metode JST yang terkenal. Terdapat beberapa riset yang menerapkan metode JST yang diaplikasikan pada berbagai studi kasus, diantaranya, mengidentifikasi beberapa objek, mengoperasikan data, mensintesis suara yang berasal dari tulisan, mendeteksi virus yang ada pada laptop maupun computer, dan lain sebagainya. (Puspitaningrum, 2006). Sehingga, untuk menggunakan metode backpropagation merupakan sebuah alternatif yang sangat relevan jika digunakan untuk pengklasifikasian status gizi balita. Pada algoritma pembelajaran metode backpropagation ini dapat dikatakan sebagai suatu algoritma pembelajar yang terawasi karena input serta outputnya sudah ditentukan terlebih dahulu (Kusumadewi, 2004). Hubungan antara data pada metode ini berfungsi untuk dapat memberikan setiap informasi dengan jelas mengenai suatu system jaringan terbaik agar dapat membangun dan memodifikasi sehingga dapat memperoleh jaringan saraf tiruan yang terbaik.

Penelitian sebelumnya dilakukan Budiantia & Prijodiprodo (2013) mengenai penerapan LVQ1 dan LVQ3 pada pengklasifikasian gizi anak. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh penggunaan algoritma LVQ3 dengan parameter window ( $w$ ) lebih baik digunakan pada masalah ini jika di bandingkan LVQ1, Dimana berdasarkan hasil akurasi diperoleh LVQ3 sebesar 95,2%, jika dibandingkan dengan hasil akurasi LVQ1 yang memperoleh nilai sebesar 88%. (Elvia Budianita, 2013).

Penelitian lainnya dilakukan oleh Ningtias, Rohana, dan Kusumaningrum (2021) mengenai Penerapan LVQ3 yang digunakan pada pengklasifikasian gangguan mental dari setiap buruh pabrik. Hasil analisis dengan menggunakan parameter yang berbeda-beda dari learning rate yakni, 0,01; 0,1; dan 0,2. Dan windows 0,1; 0,3; dan 0,5. Serta pengurangan dari learning rate berada pada angka 0,1 diperoleh nilai akurasi 100% untuk seluruh parameter learning rate dan window. Hal ini disebabkan oleh semua hasil dari prediksi sudah sesuai dengan kelas. (Ningtias, Rohana, Kusumaningrum, 2021).

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Rolimarch dan Darmawan tentang penggunaan JST dengan metode backpropagation yang digunakan untuk mengklasifikasikan status gizi dari balita (2021). Pengujian dilakukan agar dapat memperoleh nilai akurasi dari hasil prediksi yang menggunakan data mengenai persebaran status gizi, Hasil dari pengklasifikasian diperoleh nilai akurasi untuk setiap kategori perbandingan berat badan dengan umur sebesar 93,93%, Tinggi badan dengan umur sebesar 81,81% dan berat badan dengan tinggi badan sebesar 96,96% (Evannoah dan Budi, 2021).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Jaringan syaraf tiruan (JST) ditentukan pertama kali oleh Waren Mc Culloch yang merupakan seorang neurophysiologist dan Walters Pitts yang merupakan logician. Akan tetapi pada saat itu teknologi yang ada tidak memungkinkan kedua orang tersebut untuk dapat mengembangkan mengenai JST secara lebih lanjut. JST merupakan suatu yang dikembangkan dari model otak manusia. Selain itu JST sering digunakan karena neural network ini dapat digunakan dengan program maupun aplikasi dari computer serta dapat menyelesaikan masalah mengenai proses perhitungan pada saat proses training dilakukan (Kusuma Dewi, 2003).

JST memiliki pendekatan yang tidak sama dengan computer konvensional dalam memecahkan masalah klasifikasi. Dimana pada computer konvensional menggunakan sebuah proses algoritma atau menjalankan suatu perintah agar dapat menyelesaikan permasalahan, apabila perintah yang digunakan tersebut tidak dapat diketahui maka computer konvensional akan mengalami kendala dalam memecahkan permasalahan tersebut. JST maupun algoritma computer konvensional merupakan dua hal yang saling melengkapi dan tidak saling bersaing. Hal ini dikarenakan computer konvensional sering dipakai untuk mengontrol JST agar diperoleh hasil yang maksimal.

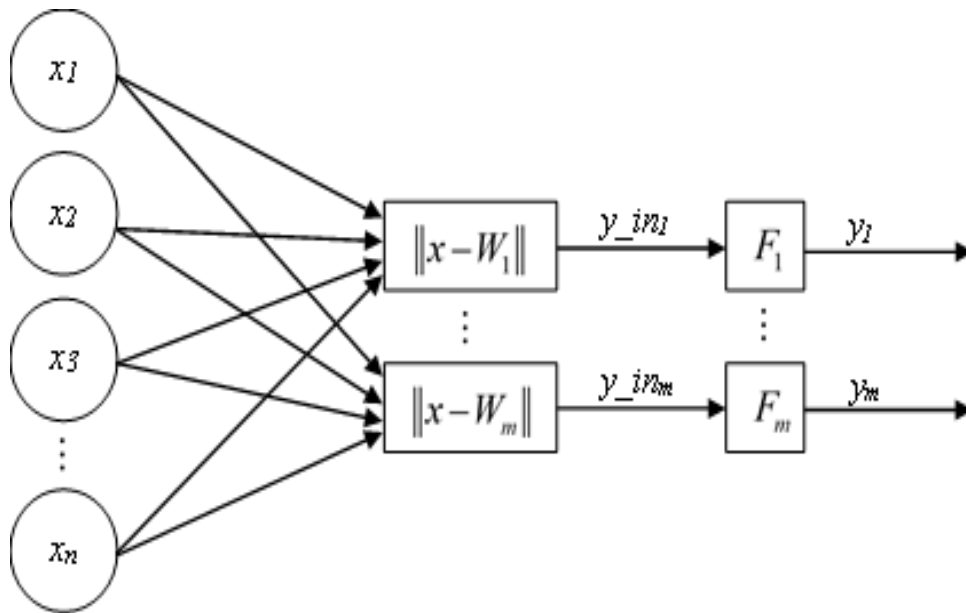
Dalam JST terdapat salah satu metode yakni metode klasifikasi. Klasifikasi merupakan teknik analisis dengan melihat perilaku dan atribut dari suatu grup yang telah ditentukan. Teknik ini dapat digunakan untuk mengklasifikasikan data yang baru dengan cara melakukan manipulasi data yang sudah diklasifikasikan dan menggunakan hasil yang telah diperoleh untuk dapat memberikan beberapa aturan. (Aprilia, dkk, 2013). Klasifikasi itu sendiri merupakan suatu proses agar dapat memperoleh model maupun fungsi yang akan digunakan untuk menggambarkan maupun membedakan suatu konsep data. Model Klasifikasi dibuat berdasarkan analisis dari suatu set data training (yakni berupa objek data yang sudah dikenal label kelasnya). Model ini dapat digunakan untuk melakukan prediksi label kelas objek dengan kelasnya yang belum diketahui. (Han dkk, 2012).

Learning Vector Quantization (LVQ) awalnya diperkenalkan oleh Tuevo Khonen. LVQ adalah sebuah metode dari jaringan saraf tiruan dengan teknik pembelajaran yang dilakukan dalam lapisan kompetitif dan terawasi. Sebuah lapisan kompetitif pada model LVQ akan secara otomatis dapat belajar agar dapat melakukan klasifikasi pada vektor-vektor dari input kedalam kelas secara berkelompok dan telah didefinisikan melalui jaringan-jaringan yang sudah di training sebelumnya. Kelas-kelas yang diperoleh dari hasil lapisan kompetitif tersebut hanya bergantung terhadap jarak antar vektor-vektor inputannya. Jika kedua vektor input memperoleh nilai yang mendekati nilai yang sama dengan vektor input, hal ini akan berpengaruh pada lapisan kompetitif tersebut akan memilih kedua vektor input tersebut pada kelas yang sama.

LVQ merupakan jaringan yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan pola agar setiap unit akan menjadi keluaran yang dapat menyatakan suatu kelas maupun kategori. Vektor bobot pada setiap unit output biasa dikatakan dengan vektor referensi untuk setiap kelas yang disebutkan oleh unit tersebut. Selain itu Menurut Nurkhozin dkk, (2011) LVQ merupakan jaringan dengan satu layer yang tersusun oleh dua lapisan yakni lapisan masukan (input) dan lapisan keluaran (output). Sedangkan menurut Kusuma dewi (2003), LVQ adalah sebuah metode yang dapat dipakai untuk melakukan pembelajaran yang terawasi pada lapisan kompetitif.

Menurut Sutojo dkk (2011) LVQ adalah sebuah metode training pada lapisan kompetitif yang terawasi dengan menggunakan pembelajaran langsung untuk dapat memperoleh klasifikasi setiap vector input kedalam kelas tertentu. Selain itu jarak yang ada antara vector input dapat memperoleh kelas-kelas, Sehingga jika terdapat dua vector inputan yang tidak berbeda, maka dari kedua vector inputan tersebut akan masuk kedalam kelas yang sama pada saat proses klasifikasian berlangsung pada lapisan kompetitif.

Arsitektur jaringan LVQ adalah lapisan penyusun yang digunakan untuk dapat menentukan pola dari setiap neuron. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1: Arsitektur dari JST LVQ (Fausett, 1994)

Sesuai dengan gambar 1 ditunjukkan contoh dari struktur pada jaringan LVQ yang terdiri dari empat layers sebagai inputan, neuron sebanyak dua unit dan dua unit layer output. Dimana untuk  $W_1$  dan  $W_2$  adalah bobot yang dapat menghubungkan layers input menuju layers output. Pada setiap fungsi aktivasi dengan simbol  $F$  melakukan pemetaan dari  $y_{in}$  ke  $y_1$  atau  $y_2$ . Fungsi dari aktivasi  $F_1$  akan dapat memetakan  $y_{in1}$  menuju  $y_1 = 1$  jika  $|x - w_1| < |x - w_2|$  dan  $y_2 = 0$ . Demikian juga dengan fungsi aktivasi dari  $F_2$  akan dapat memetakan  $y_{in2}$  ke  $y_2 = 1$  apabila  $|x - w_1| > |x - w_2|$  dan  $y_1 = 0$

### 3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder berupa data rekam medis status gizi anak pada bulan agustus tahun 2021 hingga tahun 2022 di Puskesmas Sangkub. Variabel yang dipakai pada penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut: Berat badan (X1), Tinggi badan (X2), Penyakit infeksi yang menyertai (X3), Nafsu makan (X4), dan Pekerjaan kepala keluarga (X5)

Dalam melakukan analisis dan pengolahan data menggunakan software R dan Microsoft Excel. Adapun tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menginput data penelitian
2. Menormalisasikan data dengan persamaan berikut:

$$X^* = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

3. Mengklasifikasikan data menggunakan metode Learning Vector Quantization dengan Langkah-langkah sebagai berikut:
  - a. Menetapkan
    - 1) Bobot awal dari variabel input ke j menuju ke cluster ke-I; dengan I = 1, 2, ..., k. dan j = 1, 2, ..., m.
    - 2) Masukan epoch: MaxEpoch
    - 3) Parameter learning rate:  $\alpha$
    - 4) Pengurangan learning rate: Dec  $\alpha$
    - 5) Minimum learning rate yang diperbolehkan: Min  $\alpha$
  - b. Meninput
    - 1) Input data:  $x_{ij}$  dengan I = 1, 2, ..., N dan j = 1, 2, ..., m
    - 2) Target berupa kelas:  $T_k$  dengan k=1, 2, ..., n
  - c. Menetapkan kondisi awal: epoch = 0
  - d. Memulai proses jika: (Epoch  $\leq$  Max Epoch) dan ( $\alpha \geq$  min  $\alpha$ )
    - 1) Epoch = epoch + 1
    - 2) Menentukan J sedemikian hingga  $|x_i - w_j|$  minimum dengan j = 1, 2, ..., k
    - 3) Memperbaiki  $W_j$  dengan ketentuan:
 

Jika  $C_j = T$  maka  $W_j(\text{baru}) = W_j(\text{lama}) + \alpha(x - W_j)$

Jika  $C_j \neq T$  maka  $W_j(\text{baru}) = W_j(\text{lama}) - \alpha(x - W_j)$
  - e. Reduksi nilai learning rate dengan mengurangi nilai  $\alpha$  dengan  $\alpha - \text{Dec } \alpha$ .
4. Mengklasifikasikan data menggunakan metode Backpropagation
  - a) Input vektor uji ( $x_j$ ) bobot terkahir pelatihan
  - b) Menghitung output pada hidden layer  $Z_j W_{jk} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji}$
  - c) Menghitung output pada outout layer  $y_{in_k} = w_{0k} + \sum Z_j W_{jk}$
  - d) Menghitung sinyal output dengan menggunakan fungsi aktivasi  $Y_k = f(y_{in_k})$
  - e) Memperoleh hasil data yang mendekati  $Y_k$
5. Memilih metode terbaik diantara keua metode tersebut. Metode dengan bobot akurasi terbesar dipilih sebagai metode terbaik
 
$$\text{akurasi} = \frac{TP + TN}{N}$$
6. Membuat Kesimpulan

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan pengklasifikasian menggunakan metode LVQ dan Backpropagation adalah menormalisasikan data dengan menggunakan nilai tertinggi dan nilai terendah dari setiap variabel yang bersifat kontinu. Setelah melakukan proses normalisasi data berubah menjadi bentuk biner sesuai dengan kebutuhan pada jaringan. Ketentuan untuk merubah data menjadi bentuk biner adalah:

$$x(\text{biner}) = 1, \text{ jika } x \text{ bernilai } > 0,5$$

$$x(\text{biner}) = 0, \text{ jika } x \text{ bernilai } \leq 0,5$$

Metode backpropagation ditentukan dengan menggunakan arsitektur dari JST atau disebut dengan jaringan syaraf tiruan. System kerja dari JST sendiri terdiri dari tiga lapisan yakni lapisan input, lapisan hidden layer dan lapisan output. Pada saetiap lapisan diberi pembobotan yang dapat mentransformasi nilai dari input untuk menjadi output. Hasil analisis untuk pembagian data pelatihan dan data uji coba pada metode backpropagation diperoleh sebanyak 122 responden untuk data training. Responden dipilih secara acak berdasarkan umlah data yang tersedia. Data yang terpilih memuat masing-masing kategori pada variabel statusgizi balita.

Metode *backpropagation* digunakan ntuk mengetahui kestabilan hasil deteksi status gizi pada balita di kecamatan Sangkub. Dalam penelitian ini menggunakan 10 *hidden layer*, sehingga diperoleh hasil klasifikasi dengan menggunakan metode ini yakni seperti pada tabel 1.

Tabel 1: Hasil klasifikasi dengan menggunakan metode *backpropagation*

<i>Predetection</i>	<i>References</i>	
	<i>True</i>	<i>False</i>
<i>True</i>	33	8
<i>False</i>	0	0

Klasifikasi hasil prediksi dengan menggunakan *backpropagation* dengan prediksi benar dan data asli benar sebesar 33 data, kemudian hasil prediksi benar dan data asli bernilai salah sebanyak 8. Dengan demikian perhitungan akurasi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{TP + TN}{N} \times 100\% \\
 &= \frac{33 + 0}{41} \times 100\% \\
 &= 80,49\%
 \end{aligned}$$

Sedangkaln kalasiifikasi hasil prediksi dengan menggunakan LVQ dengan jumlah data latih sebanyak 75% dari jumlah data yang di gunakan sebagai sampel yakni 122 responden. kemudian data testing sebanyak 25% dari jumlah data secara keseluruhan yaitu 41 responden, diperoleh sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil klasifikasi dengan metode LVQ

<i>Predetection</i>	<i>References</i>	
	<i>True</i>	<i>False</i>
<i>True</i>	32	1
<i>False</i>	1	7

Hasil klasifikasi dengan menggunakan metode LVQ dengan prediksi benar dan data asli benar sebesar 33 data, dan preiksi salah dan data asli salah sebanyak 7 data, kemudian hasil prdiksi benar dan data asli bernilai salah sebanyak 1 demikian juga untuk prediksi salah dan data aslinya benar bernilai 1. Sehingga perhitungan akurasinya diperoleh sebagai berikut:



$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{TP + TN}{N} \times 100\% \\
 &= \frac{32 + 7}{41} \times 100\% \\
 &= 95,12\%
 \end{aligned}$$

Metode *backpropagation* maupun LVQ adalah suatu metode yang dipakai untuk dapat menyelesaikan permasalahan pada pengklasifikasian dengan menggunakan algoritma yang berbeda. Arsitektur *backpropagation* mencakup jaringan syaraf tiruan (JST) *multilayer perceptron* atau lapis jamak, karena mempunyai satu ataupun lebih layar tambahan selain layer input dan layer output. Layar tambahan ini dinamakan dengan hidden layer. Sedangkan LVQ adalah jaringan satu layer yang mempunyai satu layer input dan layer output. Pada metode LVQ memiliki neuron yang setiap neuronnya berada pada layer input akan selalu berhubungan dengan neuron yang berada pada layer output.

Hasil perbandingan dari kedua metode tersebut dengan menggunakan jumlah data yang sama sebagai parameter dalam pada proses training menunjukkan bahwa hasil klasifikasi dari kedua metode ini berdasarkan banyaknya data training dan data testing yang digunakan. Hasil rata-rata dari akurasi yang paling tinggi untuk setiap parameter kemudian di tentukan untuk mendapatkan perbandingan antara kedua metode tersebut.

Tabel 3. Perbandingan Akurasi klasifikasi Backpropagation dan LVQ

Metode	Hasil Sesuai	Akuarasi
Backpropagation	33	80,49%
LVQ	39	95,12%

Dengan demikian akurasi terbaik adalah model dengan menggunakan LVQ dengan akurasi sebesar 95,12% sedangkan *backpropagation* memiliki akurasi sebesar 80,49%. Hal ini terjadi karena pada saat menggunakan metode LVQ memerlukan waktu itersi untuk dapat memperoleh bobot akhirnya selama berlangsung proses iterasi. Sedangkan untuk metode *backpropagation* selain mengumpan maju (feedforward) sinyal masukkan menuju unit keluaran, metode ini menyebabkan mundur kembali (backward) sinyal keluaran menuju lapisan masukkan apabila sinyal keluaran yang dihasilkan pada proses feedforward tidak sesuai dengan apa yang diharapkan.

## 5. KESIMPULAN

Hasil kajian analisis dan pembahasan pada penelitian ini dapat memberikan beberapa kesimpulan yakni sebagai berikut: Klasifikasi status gizi balita dengan menggunakan menggunakan metode learning vector quantization (LVQ) dengan jumlah sampel 163 yang dibagi masing-masing menjadi 122 responden data training dan 41 responden menjadi data testing di peroleh jumlah prediksi yang sesuai dengan data aslinya sebanyak 39 dari 41 data testing sehingga nilai akurasi sebesar 95,12%.

Dengan menggunakan metode *Backpropagation* diperoleh hasil klasifikasi dengan menggunakan 163 sampel dengan masing-masing sampel dibagi menjadi 122 data training dan 41 data testing di peroleh jumlah prediksi yang sesuai dengan data aslinya sebanyak 33 dari 41 data testing sehingga nilai akurasi sebesar 80,49%

Hasil akurasi dari klasifikasi ini didasarkan pada jumlah data training serta data testing yang sama, sehingga di peroleh akurasi pada metode LVQ sebesar 95,12%. Sedangkan untuk

metode backpropagation memiliki nilai akurasi sebesar 80,49%. Berdasarkan perbandingan dari kedua performa akurasi tersebut maka disimpulkan bahwa penggunaan metode LVQ pada permasalahan pengklasifikasian tingkat gizi balita di kecamatan sangkub lebih baik jika dibandingkan dengan metode backpropagation.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budianita, E. dan Prijodiprodo, W. 2013. Penerapan learning vector quantization (lvq) untuk klasifikasi status gizi anak. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 7(2):155–166.
- Budianita, E. dan Novriyanto, 2015. Klasifikasi Status Gizi Balita Berdasarkan Indikator Antropometri Berat Badan Menurut Umur Menggunakan Learning Vector Quantization. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 7*
- Darmawan, J. B. dan Pratama, E. R. 2021. Klasifikasi status gizi balita menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation. In *Prosiding Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (Ritektra)*, pages E7– E7.
- Dewi, S. K. 2004. Membangun jaringan syaraf tiruan menggunakan matlab dan excelink. *Graha Ilmu*.
- Fausett, L. V. 2006. *Fundamentals of neural networks: architectures, algorithms and applications*. Pearson Education India.
- Han, J., Kamber, M., dan Pei, J. 2012. *Data mining: concepts and techniques*, waltham, ma. Morgan Kaufman Publishers, 10:978–1
- Kusumadewi, S. 2003. *Artificial intelligence (teknik dan aplikasinya)*. Yogyakarta Penerbit Graha Ilmu
- Nurkhozin, A., Irawan, M. I., dan Mukhlas, I. 2011. Komparasi hasil klasifikasi penyakit diabetes mellitus menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation dan learning vector quantization. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, pages M33–M40.
- Ningtiyas, A. A., Rohana, T., dan Kusumaningrum, D. S. 2021. Penerapan learning vector quantization 3 untuk mengklasifikasi gangguan mental pada buruh pabrik. In *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)*, pages 389–398.
- Purwanti, E., Chandra, F., Pujiyanto 2013. Desain Sistem Klasifikasi Kelainan Jantung menggunakan Learning Vector Quantization. *jurnal fisika dan aplikasinya*. volume 9, nomor 2
- Purwati Nani. 2016. Klasifikasi Status Gizi Balita Berdasarkan Indeks Antropometri Bb/U Dan Bb/Tb Menggunakan Algoritma Backpropagation. *donesian Journal on Networking and Security - Volume 5 No 4 – 2016*
- Puspitaningrum, D. 2004. *Pengantar jaringan syaraf tiruan*. Yogyakarta. Penerbit Andi
- Sutojo, T., Mulyanto, E., dan Suhartono, V. 2010. *Kecerdasan buatan, 2010*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Wicaksana, I., Aprilia, D., Baskoro, D., dan Ambarwati, L. 2013. *Belajar data mining dengan rapidminer*. First, Remi Sanjaya