

Aplikasi Cerdas Terintegrasi dalam Mendiagnosa Penyakit ISPA *Pneumonia* Pada Balita Menggunakan Algoritma *Neural Network Backpropagation* di Kabupaten Langkat

Ahmad Indra Harahap^{1✉}, Ryan Dhika Priyatna², Harry Pratama Figna³, Nurhamimah Rambe⁴

^{1, 2, 3, 4} Pendidikan Teknik Informatika, STKIP AL Maksum, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 10-10-2023

Direvisi : 16-10-2023

Diterima : 19-10-2023

Kata Kunci:

ISPA, *Pneumonia*, Balita, Aplikasi, *Neural Network Backpropagation*

Keywords :

ISPA, *Pneumonia*, Toddler, Aplikasi, *Neural Network Backpropagation*

Corresponding Author :

Ahmad Indra Harahap

Pendidikan Teknik Informatika, STKIP AL Maksum, Indonesia

Jalan Sei Batang Serangan, Kwala Bingai, Kec. Stabat, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara 20811

Email: artificialinteleagent008@gmail.com

ABSTRAK

Jaringan saraf tiruan merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang didesain dengan menirukan cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan suatu masalah dengan melakukan proses belajar melalui perubahan bobot sinapsisnya. ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut) dan *Pneumonia* merupakan dua penyakit yang masih menjadi permasalahan kesehatan di Indonesia, terutama pada balita. Penyakit-penyakit tersebut seringkali sulit didiagnosis secara akurat dan tepat waktu, sehingga penanganan yang dilakukan juga tidak optimal. Dengan menggunakan algoritma *Neural Network Backpropagation*, penelitian mengembangkan sebuah sistem aplikasi cerdas yang dapat membantu dalam mendiagnosa penyakit ISPA *Pneumonia* pada balita dengan akurasi yang lebih tinggi. Data yang digunakan dapat berupa gejala dan riwayat kesehatan pasien, seperti riwayat demam, batuk, dan sesak napas. Metode ini diharapkan dapat meminimalkan kesalahan diagnosis dan meningkatkan dan memberikan penanganan yang tepat. Aplikasi cerdas ini juga dapat membantu tenaga medis di daerah yang mungkin memiliki keterbatasan dalam mendiagnosa penyakit tersebut.

ABSTRACT

An artificial neural network is an information processing system designed to imitate the way the human brain works in solving a problem by carrying out a learning process through changing synapse weights. ISPA (Acute Respiratory Infection) and Pneumonia are two diseases that are still a health problem in Indonesia, especially for toddlers. These diseases are often difficult to diagnose accurately and on time, so that treatment is not optimal. By using the Neural Network Backpropagation algorithm, this research developed an intelligent application system that can help diagnose ARI pneumonia in toddlers with higher accuracy. The data used can include the patient's symptoms and health history, such as history of fever, cough and shortness of breath. This method is expected to minimize diagnostic errors and improve and provide appropriate treatment. This smart application can also help medical personnel in areas who may have limitations in diagnosing diseases.

PENDAHULUAN

ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut) dan *Pneumonia* adalah penyakit yang sering menyerang balita di Indonesia (Marbun, dkk. 2023; Rahayu, dkk. 2023). Kabupaten Langkat merupakan salah satu daerah di Indonesia dengan angka kasus ISPA dan *Pneumonia* pada balita yang cukup tinggi. Untuk mendiagnosis penyakit ini, dokter biasanya melakukan pemeriksaan fisik dan tes laboratorium, namun proses ini membutuhkan waktu dan biaya yang cukup besar.

Pneumonia atau sering disebut paru-paru basah adalah infeksi atau peradangan pada paru-paru, lebih tepatnya peradangan itu terjadi pada kantung udara yang terisi cairan atau nanah, sehingga menyebabkan sesak nafas, batuk berdahak, demam, menggigil, dan kesulitan bernapas. Infeksi tersebut disebabkan oleh berbagai organisme, termasuk bakteri, virus dan jamur.

Beberapa faktor penyebab kematian karena ISPA pada balita khususnya di Kabupaten Langkat ini adalah ketidaktepatan diagnosis. Ketidaktepatan diagnosis infeksi saluran pernapasan akut, seperti deteksi berat atau ringannya penyakit oleh penderita ataupun oleh dokter kurang tepat, serta pengobatan yang kurang memadai.

Kasus yang ditemukan jumlah balita yang terkena ISPA di wilayah kerja puskesmas Stabat Kabupaten Langkat pada tahun 2018 sebanyak 4.292 kasus (Hidayat & Nasution, 2023; Putra & Nasution, 2023), dimana penanganan kasus *Pneumonia* pada balita masih rendah sekitar 531 kasus dengan perkiraan 55 kasus dimana bayi laki-laki dibawah umur 1 tahun sebesar 1,03% sebanyak 72 kasus dimana bayi perempuan dibawah umur 1 tahun sebesar 13,55% sedangkan perkiraan 213 kasus dimana balita laki-laki dari umur 1-4 tahun sebesar 39,9% dan sebanyak 231 kasus dimana balita perempuan dari umur 1-4 tahun sebesar 43,5%.

Penelitian ini menerapkan algoritma *Neural Network Backpropagation* untuk mendeteksi penyakit infeksi saluran pernapasan akut, *Neural network* telah banyak digunakan untuk membantu menyelesaikan berbagai macam permasalahan. Berdasarkan hasil penelitian menggunakan neural network dengan metode *Backpropagation* menunjukkan bahwa dengan adanya variasi jumlah neuron hidden layer dan learning rate dalam arsitektur neural network akan diperoleh arsitektur jaringan yang optimal. Oleh karena itu dengan adanya penggunaan teknologi aplikasi cerdas terintegrasi dengan algoritma *Neural Network Backpropagation* diharapkan dapat membantu mempercepat proses diagnosis dan meminimalkan biaya yang diperlukan khususnya di kabupaten Langkat. Aplikasi ini akan mengumpulkan data gejala dari pasien dan menganalisisnya menggunakan algoritma *Neural Network Backpropagation* untuk memberikan diagnosis yang akurat.

METODE PENELITIAN

Metode *Backpropagation* dapat digunakan untuk melakukan pendeteksian suatu jenis penyakit, gangguan, maupun kasus yang memiliki data masa lalu dan dengan metode *Backpropagation* target output yang diinginkan lebih mendekati ketepatan dalam melakukan pengujian karena terjadi penyesuaian nilai bobot dan bias yang semakin baik pada proses pelatihan (Putri & Situmorang, 2023). Di dalam jaringan *Backpropagation*, setiap unit pada lapisan masukan (*input layer*) terhubung dengan setiap unit pada setiap lapisan tersembunyi (*hidden layer*), setiap unit pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*) terhubung dengan setiap unit pada lapisan keluaran (*output layer*) (Rahayu, dkk., 2023).

Backpropagation memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih lapis tersembunyi. Arsitektur jaringan syaraf tiruan terdiri dari banyak lapisan (*multilayer neural network*), penjelasan dapat dilihat sebagai berikut:

1. Lapisan input (1 buah).

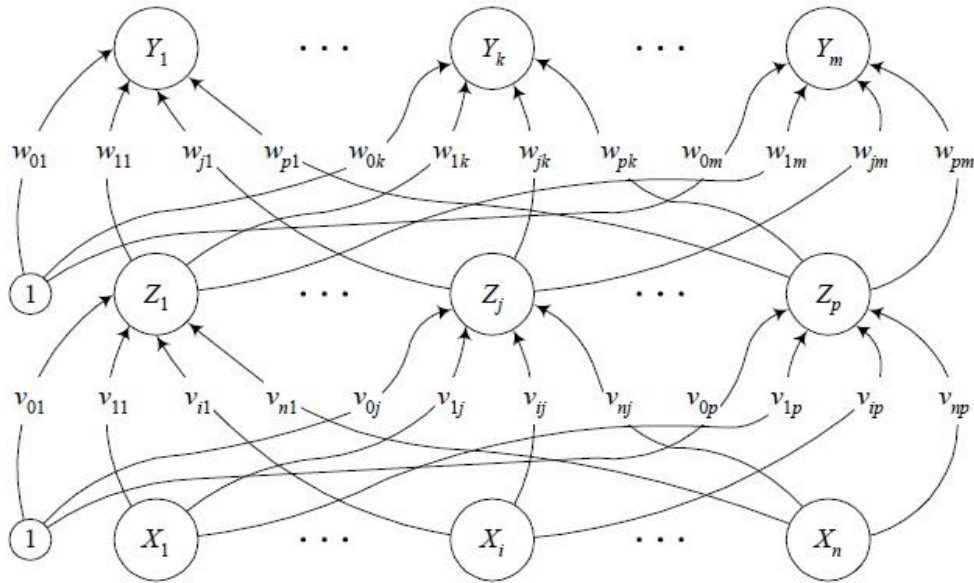
Lapisan input terdiri dari neuron-neuron atau unit-unit input, mulai dari unit input 1 sampai unit input n.

2. Lapisan tersembunyi (minimal 1)

Lapisan tersembunyi terdiri dari unit-unit tersembunyi mulai dari unit tersembunyi 1 sampai unit tersembunyi p.

3. Lapisan output (1buah)

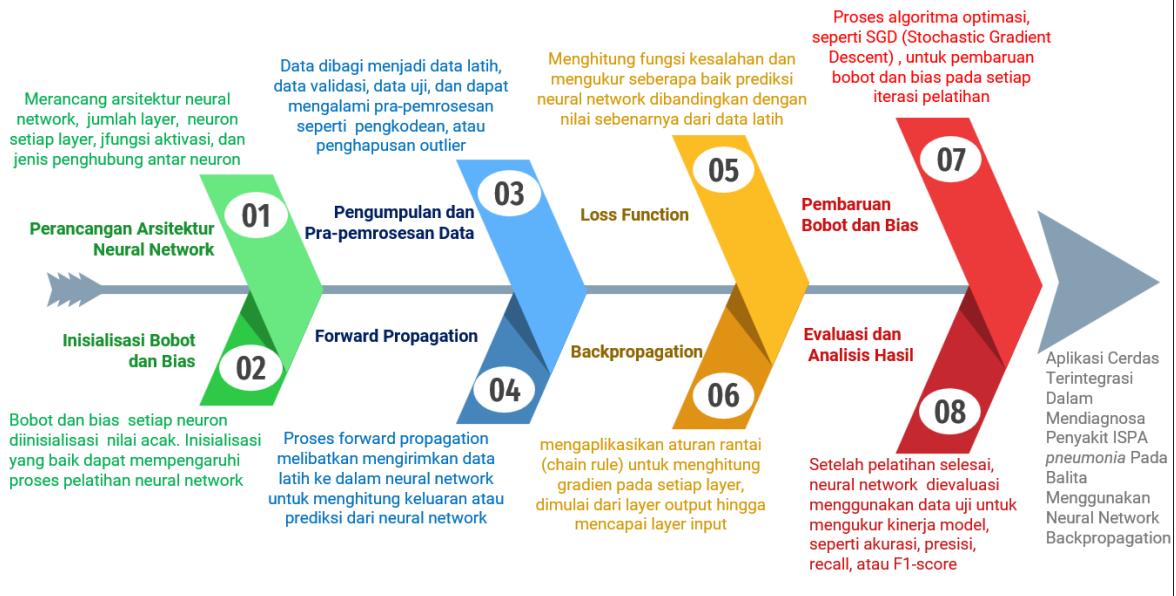
Lapisan keluaran terdiri dari unit-unit output mulai dari unit output 1 sampai unit output m, n, p, masing-masing adalah bilangan integer sembarang menurut arsitektur jaringan syaraf tiruan.



Gambar 1. Topologi Jaringan Backpropagation

Diagram alur kerja Algoritma *Neural Network Backpropagation* sebagai berikut :

Fishbone Diagram



Gambar 2 . Fishbone Diagram

Variabel masukan yang akan digunakan untuk melatih sistem *neural network* ini adalah berupa gejala-gejala penyebab penyakit ISPA. Gejala-gejala penyakit ISPA yang digunakan untuk mendeteksi penyakit ISPA terdapat 13 buah, yaitu:

Tabel 1. Variabel Input

No	Variabel
1	Batuk
2	Badan letih/lesu (<i>malaise</i>)
3	Bersin-Bersin
4	Demam
5	Hidung tersumbat dan meler
6	Menggigil
7	Mual muntah
8	Peningkatan frekuensi bernapas
9	Penurunan berat badan
10	Sakit kepala
11	Sakit tenggorokan
12	Sesak napas
13	Tarikan dinding dada ke dalam

Variabel output merupakan hasil mendeteksi penyakit ISPA dimana target dibagi menjadi 4 keanggotaan yaitu Pnumonia, Pilek, Bronkitis, Sinuitis. seperti terlihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Nilai target keluaran

Target	Target Output
00	<i>Pneumonia</i>
01	Pilek
10	<i>Bronkitis</i>
11	<i>Sinuitis</i>

Sebagai ketua pelaksana semua kegiatan penelitian di koordinir melalui kegiatan, merancang, melakukan uji coba, menganalisis data hasil penelitian, dan membuat laporan hasil kegiatan kebutuhan penelitian. Sedangkan anggota melaksanakan kegiatan yang berhubungan dengan monitoring dan uji coba, pengumpulan data, administrasi penelitian, serta membuat laporan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Algoritma Pelatihan

Pelatihan suatu jaringan dengan algoritma *Backpropagation* meliputi dua tahap yaitu perambatan maju dan perambatan mundur. Selama perambatan maju, tiap unit masukan (x_i) menerima sebuah masukan sinyal ini ke tiap-tiap lapisan tersembunyi z_1, \dots, z_p . Tiap unit tersembunyi ini kemudian menghitung aktivasinya dan mengirimkan sinyalnya (z_j) ke tiap unit keluaran. Tiap unit keluaran (y_k) menghitung aktivasinya (y_k) untuk membentuk respon pada jaringan untuk memberikan pola masukan.

Selama pelatihan, tiap unit keluaran membandingkan perhitungan aktivasinya y_k dengan nilai targetnya t_k untuk menentukan kesalahan pola tersebut dengan unit itu. Berdasarkan kesalahan ini, faktor δ_k ($k = 1, \dots, m$) dihitung. δ_k digunakan untuk menyebarkan kesalahan pada unit keluaran y_k kembali ke semua unit pada lapisan sebelumnya (unit-unit tersembunyi yang dihubungkan ke y_k). Juga digunakan (nantinya) untuk mengupdate bobot-bobot antara keluaran dan lapisan tersembunyi. Dengan cara yang sama, faktor ($j = 1, \dots, p$) dihitung untuk tiap unit tersembunyi z_j . Tidak perlu untuk menyebarkan kesalahan kembali ke lapisan masukan, tetapi δ_j digunakan untuk mengupdate bobot-bobot antara lapisan tersembunyi dan lapisan masukan.

Setelah seluruh faktor δ ditentukan, bobot untuk semua lapisan diatur secara serentak. Pengaturan bobot w_{jk} (dari unit tersembunyi z_j ke unit keluaran y_k) didasarkan pada faktor δ_k

dan aktivasi z_j dari unit tersembunyi z_j . didasarkan pada faktor δ_j dan dan aktivasi x_i unit masukan. Untuk langkah selengkapnya adalah sebagai berikut:

Langkah 0 : Inisialisasi bobot. (sebaiknya diatur pada nilai acak yang kecil),

Langkah 1 : Jika kondisi tidak tercapai, lakukan langkah 2-9,

Langkah 2 : Untuk setiap pasangan pelatihan, lakukan langkah 3-8,

Perambatan Maju :

Langkah 3 : Tiap unit masukan ($x_i, i = 1, \dots, n$) menerima sinyal x_i dan menghantarkan sinyal ini ke semua unit lapisan di atasnya (unit tersembunyi),

Langkah 4 : Setiap unit tersembunyi ($x_i, i = 1, \dots, p$) jumlahkan bobot sinyal masukannya, menggunakan rumus :

$$z_in_j = v_{oj} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}$$

v_{oj} = bias pada unit tersembunyi j aplikasikan fungsi aktivasinya untuk menghitung sinyal keluarannya, $z_j = f(z_in_j)$, dan kirimkan sinyal ini keseluruh unit pada lapisan diatasnya (unit keluaran).

Langkah 5 : Tiap unit keluaran ($y_k, k = 1, \dots, m$) jumlahkan bobot sinyal masukannya, dengan rumus :

$$y_in_k = w_{ok} + \sum_{j=1}^n z_j w_{jk}$$

w_{ok} = bias pada unit keluaran k dan aplikasikan fungsi aktivasinya untuk menghitung sinyal keluarannya, $y_k = f(y_in_k)$.

Perambatan mundur :

Langkah 6 : Tiap unit keluaran ($y_k, k = 1, \dots, m$) menerima pola target yang saling berhubungan pada masukan pola pelatihan, hitung kesalahan informasinya, dengan rumus :

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_in_k)$$

hitung koreksi bobotnya (digunakan untuk memperbaharui w_{jk} nantinya),

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j$$

hitung koreksi biasnya (digunakan untuk memperbaharui w_{ok} nantinya), dan kirimkan δ_k ke unit-unit pada lapisan dibawahnya,

Langkah 7 : Setiap unit lapisan tersembunyi ($z_j, j = 1, \dots, p$) jumlahkan hasil perubahan masukannya (dari unit-unit lapisan diatasnya)

$$\Delta_in_j = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk}$$

kalikan dengan turunan fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi kesalahannya,

$$\delta_j = \Delta_in_j f'(z_in_j)$$

hitung koreksi bobotnya (digunakan untuk memperbaharui v_{oj} nanti).

Langkah 8 : Tiap unit keluaran ($y_k, k = 1, \dots, m$) update bias dan bobotnya

($j = 0, \dots, p$) :

$$w_{jk} \text{ (baru)} = w_{jk} \text{ (lama)} + \Delta w_{jk}$$

Tiap unit lapisan tersembunyi ($z_j, j = 1, \dots, p$) update bias dan bobotnya

($i = 0, \dots, n$) :

$$v_{ij} \text{ (baru)} = v_{ij} \text{ (lama)} + \Delta v_{ij}$$

Langkah 9 : Test kondisi berhenti

Data Pelatihan

Pada proses pengenalan diagnosa penyakit ISPA *Pneumonia* pada balita digunakan data pelatihan. Data pelatihan ini merupakan data yang digunakan untuk melatih sistem jaringan syaraf tiruan yang telah dibuat, dimana pada data pelatihan ini telah ditetapkan nilai target yang ingin dihasilkan.

Tabel 3. Tabel Pelatihan

Nama Gangguan ISPA	Batuk(X1)	Badan Letih(X2)	Bersin - Bersin (X3)	Demam (X4)	Hidung Tersumbat Meleer(X5)	Menggigit (X6)	Mual Muntah (X7)	Peningkatan Frekuensi Bernapas(X8)	Penurunan Berat badan(X9)	Sakit Kepala (X10)	Sakit Tenggorokan(X11)	Seak Napas(X12)	Tarikan Dinding Dada Dalam(X13)	Target
<i>Pneumonia</i>	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	00
<i>Pneumonia</i>	1	0	1	1	0	1	0	0,5	0	1	0	0	0	00
<i>Pneumonia</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00
<i>Pneumonia</i>	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	00
<i>Pneumonia</i>	0	1	0	1	0	0	0	0,5	1	0	0	0	0	00
<i>Pneumonia</i>	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	00
<i>Pneumonia</i>	0	1	0	0	0	0	1	0,5	0	1	0	0	0	00
<i>Pneumonia</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	00
<i>Pneumonia</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	00
<i>Pneumonia</i>	0	1	0	0	0	0	0	0,5	1	0	1	1	0	00
Pilek	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01
Pilek	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	01
Pilek	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01
Pilek	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01
Pilek	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	01
Pilek	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01
Pilek	0	0	0	0	1	1	1	0,5	1	0	0	0	0	01
Pilek	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	01
Pilek	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	01
Pilek	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	01
<i>Bronkitis</i>	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	10
<i>Bronkitis</i>	1	1	1	0	0	0	1	0,5	0	0	0	1	1	10

Data Pengujian

Data pengujian ini merupakan data yang digunakan untuk melatih sistem jaringan syaraf tiruan yang telah dibuat, dimana pada data pengujian ini telah ditetapkan hasil deteksi dari data inputan penyakit ISPA *Pneumonia* pada Balita.

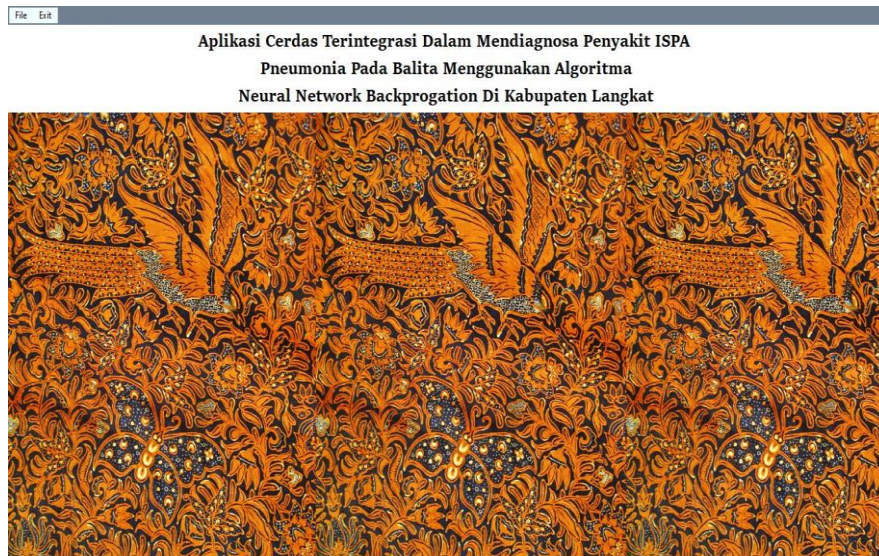
Tabel 4. Tabel Pengujian

Batuk(X1)	Badan Letih(X2)	Bersin - Bersin (X3)	Demam (X4)	Hidung Tersumbat Meler(X5)	Menggigil (X6)	Mual Muntah (X7)	Peningkatan Frekuensi Bernapas(X8)	Penurunan Berat badan(X9)	Sakit Kepala (X10)	Sakit Tenggorokan(X11)	Seak Napas(X12)	Tarikan Dinding Dada Dalam(X13)	Target
1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	<i>Pneumonia</i>
1	0	1	1	0	1	0	0,5	0	1	0	0	0	<i>Pneumonia</i>
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>Pneumonia</i>
1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	<i>Pneumonia</i>
0	1	0	1	0	0	0	0,5	1	0	0	0	0	<i>Pneumonia</i>
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>Pilek</i>
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	<i>Pilek</i>
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>Pilek</i>
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>Pilek</i>
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	<i>Pilek</i>
0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	<i>Bronkitis</i>
1	1	1	0	0	0	1	0,5	0	0	0	1	1	<i>Bronkitis</i>
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	<i>Bronkitis</i>
1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	<i>Bronkitis</i>
1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	<i>Bronkitis</i>
1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	<i>Sinitis</i>
1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	<i>Sinitis</i>
0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	<i>Sinitis</i>
1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	<i>Sinitis</i>
1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	<i>Sinitis</i>

Setelah algoritma pelatihan dilakukan iterasi dan didapat output yang mendekati target, sehingga algoritma *Backpropagation* dapat digunakan untuk diagnosa ISPA *Pneumonia* pada Balita menggunakan *Neural Network Backpropagation* di kabupaten langkat.

Form Menu Utama

Tampilan form menu utama diagnosa penyakit ISPA *Pneumonia* Pada Balita menggunakan *Neural Network Backpropagation* di Kabupaten Langkat.



Gambar 3. Form Menu Utama

Keterangan Form Menu Utama:

1. Pada form menu utama terdiri dari *file*, *about*, dan *exit*, pada menu file terdapat satu sub menu yaitu form pendeteksian gangguan psikologi pada manusia, pada menu keluar digunakan untuk keluar aplikasi, dan *about* berisi tentang pembuat aplikasi. Sub menu form pendeteksian gangguan psikologi terdiri dari import data pelatihan, pelatihan, input data pengujian dan hasil prediksi.

Form Diagnosa ISPA *Pneumonia* Pada Balita

Tampilan form diagnosa ISPA *Pneumonia* pada Balita

Gambar 4. Tampilan Form Diagnosa

Keterangan Form Pendeteksian gangguan psikologi pada manusia:

1. Pada *form* diagnosa ISPA *Pneumonia* pada Balita. User dapat mengklik button data pelatihan untuk menampilkan table data pelatihan.
2. Isi hidden layer berdasarkan keinginan user dan button set untuk menampilkan pada arsitektur jaringan.

3. *Button* pelatihan digunakan untuk melakukan proses pelatihan dan untuk menampilkan hasil pelatihan.

Hasil pelatihan yang dilakukan akan sukses dengan *performance goal met* dengan parameter sebagai berikut :

- a. Epoch 0 -5000 berhenti pada Epoch ke 102.
- b. Time 3 detik.
- c. Performance 52.3 – 0,100 berhenti pada performance 0,0926.

Tombol simpan pelatihan digunakan untuk menyimpan data pelatihan yang telah dilatih

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari Penelitian ini penulis menyimpulkan bahwa : 1) Jaringan Syaraf Tiruan Metode *Backpropagation* dapat diimplementasikan untuk mendeteksi ISPA *Pneumonia* Pada Balita di Kabupaten Langkat; 2) Jaringan Syaraf Tiruan yang mengadopsi metode *Backpropagation* dapat dirancang di aplikasi dengan perhitungan yang sesuai berdasarkan rumus yang digunakan dalam perhitungan Jaringan Syaraf Tiruan metode *Backpropagation*; 3) Algoritma Metode *Backpropagation* dapat melakukan proses pendeteksian ISPA *Pneumonia* Pada Balita, akan tetapi baik atau tidaknya nilai yang dihasilkan dipengaruhi oleh penentuan parameter seperti besarnya laju pemahaman (*learning rate*) dan jumlah *hidden layer*; 4) Dengan jumlah 13 inputan, hidden layer 10, dan target output 7 pelatihan diproses dengan baik dengan *performance goal met* berhenti pada *epoch* ke 102; 5) Hasil output dari proses pengujian pendeteksian ISPA *Pneumonia* pada balita dengan 13 variabel input mencapai presentase 88%.

Saran

Beberapa saran berdasarkan hasil penelitian ini antara lain sebagai berikut: 1) Kedepan hendaknya perancangan aplikasi mendeteksi ISPA *Pneumonia* pada balita menggunakan jaringan syaraf tiruan metode *Backpropagation* ini dapat digunakan menggunakan Sistem Operasi yang lain untuk menghindari keterbatasan penggunaan pada Sistem Operasi yang berbeda; 2) Kedepannya juga akan lebih baik jika sistem dapat dikembangkan dengan menggunakan studi kasus lain dan pelatihan yang lebih banyak lagi agar nantinya dapat menghasilkan output yang lebih baik lagi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya sebagai peneliti mengucapkan terimakasih kepada ALLAH SWT yang telah memberikan rezeki dan karunianya sehingga saya dapat melakukan penelitian ini, tak lupa pula junjungan nabi besar Muhammad SAW yang telah memberikan kita menuju jalan yang terang benderang seperti sekarang ini, kepada Ayah dan Almarhumah Ibunda Tercinta serta saudara saya ucapkan terimakasih atas doanya, dan juga kepada Kemdikbudristek yang telah memberikan saya kepercayaan dan dana untuk penelitian yang saya buat ini.

REFERENSI

- Harahap, D., Lubis, R. I., & Nasution, R. (2023). Implementasi Aplikasi Cerdas untuk Diagnosis *Pneumonia* pada Anak Balita di Kabupaten Langkat menggunakan *Neural Network Backpropagation*. *Jurnal Teknologi Informasi Kesehatan*, 9(2), 60-70.
- Hasanah, S., Fauzi, M. A., & Siregar, M. I. (2023). Aplikasi Cerdas untuk Mendiagnosa *Pneumonia* pada Balita Berbasis *Neural Network Backpropagation*. *Jurnal Informatika Kesehatan Indonesia*, 7(1), 10-22.
- Hidayat, R. A., & Nasution, M. I. (2023). Aplikasi Deteksi Dini *Pneumonia* pada Anak Balita Berbasis *Neural Network Backpropagation* di Wilayah Kabupaten Langkat. *Jurnal Teknologi Kesehatan*, 5(1), 30-40.

- Marbun, A., Siregar, M. F., & Nasution, H. (2023). Aplikasi Pendeteksi Dini ISPA *Pneumonia* pada Balita menggunakan Algoritma *Neural Network Backpropagation*. *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika*, 4(1), 18-28.
- Maulina, D., & Siregar, A. (2023). Aplikasi Diagnosis *Pneumonia* pada Balita dengan Menggunakan *Neural Network Backpropagation*. *Jurnal Informatika Kesehatan Masyarakat*, 3(1), 5-15.
- Nasution, F., Lubis, S. K., & Marpaung, R. (2023). Aplikasi *Neural Network Backpropagation* dalam Sistem Diagnosis *Pneumonia* pada Anak Balita di Kabupaten Langkat. *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika*, 6(1), 15-25.
- Putra, A. S., & Nasution, R. (2023). Aplikasi Deteksi ISPA *Pneumonia* pada Anak Balita dengan Menggunakan Metode *Neural Network Backpropagation*. *Jurnal Informatika Kedokteran*, 5(1), 12-22.
- Putri, D. R., & Situmorang, R. (2023). Aplikasi Diagnosa *Pneumonia* pada Balita Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*. *Jurnal Sistem Informasi dan Komputer*, 12(2), 65-74.
- Rahayu, D., Simbolon, M., & Lubis, A. S. (2023). Pengembangan Aplikasi Pendeteksi ISPA *Pneumonia* pada Balita menggunakan Metode *Neural Network Backpropagation* di Kabupaten Langkat. *Jurnal Teknik Informatika*, 15(1), 20-30.
- Ramadani, A., Siregar, R. D., & Lubis, F. (2023). Penerapan Metode *Neural Network Backpropagation* dalam Aplikasi Diagnosis *Pneumonia* pada Anak Balita di Kabupaten Langkat. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 9(2), 45-56.
- Safitri, R., & Nasution, A. H. (2023). Implementasi Algoritma Neural Network dalam Aplikasi Deteksi Dini *Pneumonia* pada Anak Balita di Wilayah Kabupaten Langkat. *Prosiding Seminar Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 76-85.
- Sari, N. A., Lubis, A. F., & Nasution, R. (2023). Implementasi Aplikasi Cerdas untuk Deteksi ISPA *Pneumonia* pada Balita di Kabupaten Langkat dengan *Neural Network Backpropagation*. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 10(2), 35-45.
- Sari, R. D., Simanjuntak, T. A., & Harahap, A. (2023). Pengembangan Aplikasi Cerdas untuk Diagnosis ISPA *Pneumonia* pada Balita dengan Metode *Neural Network Backpropagation*. *Jurnal Informatika Medis*, 11(2), 80-90.
- Siregar, M. R., Rambe, A. S., & Nasution, A. R. (2023). Pengembangan Aplikasi Pendeteksi *Pneumonia* pada Balita Menggunakan Algoritma *Neural Network Backpropagation*. *Jurnal Ilmu Komputer*, 8(2), 55-65.
- Sitompul, R. M., Lubis, S. A., & Harahap, R. (2023). Pengembangan Aplikasi Pendeteksi *Pneumonia* pada Anak Balita Berbasis *Neural Network Backpropagation*. *Jurnal Informatika Kesehatan*, 7(2), 25-35.