

Penerapan Artificial Neural Network Backpropagation Untuk Diagnosa Penyakit Paru-Paru

Moh. Iqbal Ramadlan. A

Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan
ra.iqbalra@gmail.com

Abstract –*The lungs are organs in the human respiratory system that function for the process of exchanging oxygen with carbon dioxide in the blood. The decline in air quality in the world, including in Indonesia, has an impact on increasing the risk of developing lung disease. Several diseases that can arise due to lung disorders include ARI, which stands for acute respiratory infection. Indonesia is one of the countries with major health problems, especially the number of ARI sufferers which is still relatively high. ISPA diseases must be treated appropriately according to an accurate diagnosis. Diagnosis of ISPA diseases is done manually by looking at the symptoms experienced by the patient. The symptoms of ISPA diseases used to diagnose the disease include 10 input variables and 2 output variables, namely Suspect ISPA and Non-ISPA. Artificial Neural Network is one of the information processing systems that is designed by imitating the workings of the human brain in solving a problem by carrying out the learning process through changes in the weight of its synapses. The Artificial Neural Network is able to carry out the introduction of past data-based activities. The past data will be studied by the Artificial Neural Network so that it has the ability to make decisions on data that has never been studied before. In this analysis, it is attempted to study and try its application in the health sector, namely diagnosing ISPA diseases in humans using the Artificial Neural Network (ANN) method in the form of Backpropagation.*

Keywords — *ISPA; ANN; Backpropagation; Artificial Neural Network; Diagnosing;*

Abstrak— *Paru-paru merupakan organ pada sistem pernapasan manusia yang berfungsi untuk proses terjadinya pertukaran oksigen dengan karbondioksida di dalam darah. Penurunan kualitas udara di dunia termasuk di Indonesia, berdampak pada meningkatnya resiko terkena penyakit paru-paru. Beberapa penyakit yang bisa muncul akibat gangguan paru-paru diantaranya yaitu penyakit ISPA yang merupakan singkatan dari infeksi saluran pernafasan akut. Indonesia merupakan salah satu Negara dengan masalah kesehatan yang utama, terutama jumlah penderita ISPA yang tergolong masih tinggi. Penyakit ISPA harus ditangani dengan tepat sesuai diagnosis yang akurat. Diagnosis ISPA dilakukan secara manual dengan melihat gejala yang dialami pasien. Gejala ISPA yang digunakan untuk mendiagnosis penyakit meliputi 10 variabel input dan 2 variabel output yaitu Suspect ISPA dan Non ISPA. Jaringan Syaraf Tiruan merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang di desain dengan cara menirukan cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan suatu masalah dengan melakukan proses belajar melalui perubahan bobot sinapsisnya. Jaringan Syaraf Tiruan mampu melakukan pengenalan kegiatan berbasis data masa lalu. Data masa lalu akan dipelajari oleh Jaringan Syaraf Tiruan sehingga mempunyai kemampuan untuk memberikan keputusan*

terhadap data yang belum pernah dipelajari sebelumnya. Dalam analisis ini dicoba untuk mempelajari dan dicoba penerapan didalam bidang kesehatan yaitu mendiagnosa penyakit pada paru-paru manusia dengan menggunakan metode Artificial Neural Network (ANN) berupa Backpropagation.

Kata Kunci—*ISPA; ANN; Backpropagation; Jaringan Syaraf Tiruan; Diagnosa;*

I. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat, aplikasi dari komputer telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang kehidupan, sehingga komputer menjadi alat bantu yang handal bagi manusia. Salah satu teknik komputasi yang dikelompokkan dalam kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) adalah Jaringan Syaraf Tiruan (Artificial Neural Network)[1]. Jaringan syaraf tiruan adalah sistem pemrosesan yang dirancang dan dilatih untuk melakukan proses pembelajaran dengan mengubah bobotnya untuk menyelesaikan masalah yang kompleks. Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu metode alternatif untuk menyelesaikan berbagai permasalahan dalam pengambilan keputusan berdasarkan pelatihan yang diberikan, karena sifatnya yang fleksibel dalam perancangan dan penggunaannya sehingga banyak diminati oleh para peneliti pada saat ini. Pada bidang kesehatan, jaringan syaraf tiruan digunakan untuk mendiagnosis jenis penyakit dengan menyimpan banyak data, antara lain informasi gejala, diagnosis, dan informasi lainnya. Hampir empat juta orang meninggal akibat ISPA setiap tahunnya. Tingkat mortalitas akibat ISPA pada bayi, anak dan orang lanjut usia serta menurut jenis kelamin laki-laki tergolong tinggi terutama di negara-negara dengan berpenghasilan rendah dan menengah per kapita[1]. Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) adalah penyakit infeksi yang menyerang salah satu bagian atau lebih dari saluran pernafasan, mulai dari hidung (saluran atas) hingga alveoli (saluran bawah) termasuk jaringan adneksanya, ISPA atas seperti batuk, pilek, faringitis, tonsillitis dan ispa bawah misalnya, bronchitis, bronkiolitis, dan pneumonia. Paru-paru basah atau pneumonia merupakan salah satu bentuk infeksi pernapasan akut yang menyerang paru-paru. Paru-paru terdiri dari kantung-kantung kecil yang disebut alveoli, yang terisi air ketika orang sehat bernafas. Ketika seseorang menderita radang paru-paru, alveoli dipenuhi dengan nanah

dan cairan, yang membuat pernafasan terasa menyakitkan dan membatasi asupan oksigen. Pneumonia adalah penyebab kematian menular tunggal terbesar pada anak-anak di seluruh dunia[2]. selain pneumonia, resiko kematian yang ditimbulkan pada penyakit ISPA bagian bawah lebih tinggi dibandingkan kasus ISPA bagian atas. Penyakit ISPA di Indonesia merupakan masalah kesehatan utama, terutama karena masih tingginya angka penderita ISPA di Indonesia. Laporan penderita TB didunia tahun 2006 yang dibuat oleh World Health Organization (WHO) menempatkan Indonesia sebagai penyumbang TB terbesar nomor 3 di dunia setelah India dan Cina dengan jumlah kasus baru sekitar 539.000 dan jumlah kematian sekitar 101.000 pertahun (18,7%). Dari data South East Asia Medical Center (SEAMIC) Health Statistic 2001 influenza dan pneumonia merupakan penyebab kematian nomor 6 di Indonesia. Berdasarkan Kepmenkes, 2011 menyatakan di Indonesia sepanjang tahun 2007 hingga 2011 mengalami kenaikan, yaitu pada tahun 2007 kategori batuk bukan pneumonia terjadi sebanyak 7.281.411 kasus dan 765.333 kasus masuk dalam kategori pneumonia. Sedangkan pada tahun 2011 menjadi 18.790.481 juta kasus batuk bukan pneumonia dan 756.577 pneumonia. Dan berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Provinsi Riau pada tahun 2015 kasus ISPA mencapai 37.396 kasus, dan Pekanbaru menduduki peringkat teratas yaitu 8.661 kasus disusul Siak 4.539 kasus lalu Dumai 3.467 kasus dan sisanya tersebar di berbagai kabupaten lainnya di provinsi Riau (Dinkesriau, 2016). Jaringan Syaraf Tiruan adalah merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan disini digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran[3]. Dalam analisis ini dicoba untuk mempelajari dan dicoba penerapan didalam bidang kesehatan yaitu mendiagnosa penyakit ISPA pada manusia dengan menggunakan metode Backpropagation. Penelitian mengenai diagnosa penyakit paru telah banyak dilakukan. Salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Anggara dan Pramayu (2016) yang meneliti tentang membangun sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit paru menggunakan teorema bayes. Penelitian tersebut berhasil membangun sebuah sistem pakar yang mampu mendiagnosa penyakit paru-paru beserta nilai probabilitas dari penyakit. Akurasi yang dihasilkan oleh sistem sebesar 85%. Selanjutnya penelitian lain yang dilakukan oleh Rahmawati dalam mendiagnosis penyakit paru-paru menggunakan metode forward chaining. Dari hasil pengujian validitas sistem, diperoleh nilai probabilitas keakuratan sistem sebesar 84,21 % dan ketidakakuratan sistem sebesar 15,79%. Berdasarkan penelitian di atas, maka dapat dibuat suatu penelitian lain dalam mendeteksi dugaan penyakit paru dengan menggunakan konsep jaringan syaraf tiruan. Penggunaan jaringan syaraf tiruan dinilai baik untuk mendeteksi suatu penyakit. Penelitian

tersebut menyimpulkan bahwa jaringan syaraf tiruan memiliki 3 keunggulan dalam mendeteksi suatu penyakit diantaranya, kemampuan dalam mengolah data dengan jumlah yang besar, meningkatkan kemungkinan dalam menemukan data yang saling berhubungan dan mempersingkat waktu diagnosis. Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran[4]. Salah satu metode pada jaringan syaraf tiruan adalah Metode Backpropagation. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi[5]. Neural Network memiliki sifat seperti otak manusia dalam dua macam bentuk, yaitu: 1. Proses pembelajaran (learning process) menghasilkan knowledge 2. Knowledge yang telah didapat disimpan kedalam Synaptic weight atau sebutan lain dari antar-neuron Informasi yang disimpan atau model yang dipakai seseorang ataupun mesin yang digunakan untuk mengaplikasikan, meramalkan dan memberikan respon yang tepat kepada dunia luar adalah definisi dari knowledge (Haykin, 1998). Jaringan syaraf tiruan memiliki sifat yang dapat menyesuaikan, belajar dari data-data yang ada sebelumnya dan dapat pula mengenali pola data yang tidak menentu. Metode Backpropagation, merupakan metode yang sangat populer dalam memecahkan kasus yang rumit. Metode ini melakukan dua tahapan perhitungan yaitu perhitungan maju untuk menghitung error antara keluaran dan target dan perhitungan mundur yang mempropogasikan balik error tersebut untuk diperbaiki bobotnya pada semua neuron. Ketika jaringan diberikan masukan sebagai pola pelatihan, maka pola tersebut menuju unit-unit tersebut untuk diteruskan pada unit-unit lapisan keluaran. Kemudian unit-unit lapisan keluaran akan memberikan respon sebagai keluaran jaringan syaraf tiruan. Saat hasil keluaran tidak sesuai dengan yang diharapkan maka akan dihitung error nya dan akan disebarkan mundur pada lapisan tersembunyi kemudian dari lapisan tersembunyi tersebut kemudian akan diteruskan ke lapisan masukan. Tahapan pelatihan ini merupakan tahapan untuk melatih suatu Jaringan Syaraf Tiruan dengan cara melakukan perubahan bobot. Backpropagation diperkenalkan pertama kali oleh G. E. Hinton, E. Rumelhart dan R.J. Williams pada tahun 1986 sebagai sebuah teknik umum untuk melakukan pelatihan pada jaringan saraf tiruan berlapis banyak yang memegang peranan penting yang membuat jaringan saraf tiruan alat bantu untuk memecahkan banyak variasi masalah. Paradigma dan algoritma Backpropagation dikembangkan oleh Paul Werbos. Menurut Rao (1995), tipe jaringan ini adalah yang paling umum digunakan karena memiliki prosedur pelatihan yang relatif mudah. Mengatakan backpropagation sendiri menggunakan memori yang lebih sedikit dari pada algoritma yang lainnya dan dapat

memberikan hasil dengan tingkat kesalahan yang masih dapat diterima dengan kecepatan pemrosesan yang cukup cepat.

II. METODE PENELITIAN

A. Metode

Pada metode ini, jaringan tidak memiliki koneksi khusus untuk melakukan perhitungan mundur dari satu layer menuju layer sebelumnya. Namun error pada output layer akan di propagasikan ke belakang menuju input layer. Tiap lapisan pada Backpropagation terdiri dari unit-unit yang saling terhubung antar lapisan. Jadi setiap neuron pada suatu lapisan dalam Backpropagation mendapat nilai masukan dari semua neuron pada lapisan sebelumnya beserta satu sinyal bias. Metodologi penelitian adalah tahapan sistematis yang akan dikerjakan pada sebuah penelitian untuk menyelesaikan masalah yang terdapat pada penelitian ini. Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data primer yang diperoleh melalui survei kuesioner dan wawancara.

1. Pembagian Data

Data yang diambil berjumlah 110 data. Data tersebut terdiri dari 22 gejala masukan (Tabel 1) dan 4 kelas keluaran (Asma, Pneumonia, TB Paru, Kanker Paru-paru). Berikut gejala yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

2. Normalisasi

Data yang telah dikumpulkan kemudian dilakukan tahap normalisasi data. Data masukan penelitian ini terdiri dari masukan “ya” atau “tidak” mengalami gejala penyakit paru. Nilai dari masukan “ya” adalah 1, dan nilai dari masukan “tidak” adalah 0. Tujuan dari normalisasi data masukan dan target yaitu untuk mentransformasi data agar data dapat diproses oleh metode backpropagation yang menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner dengan rentang nilai 0 sampai dengan 1.

3. Backpropagation

Data masukan sebanyak 22 dijadikan dasar dalam menentukan banyak neuron pada input layer sedangkan dalam menentukan banyaknya neuron pada hidden layer maka dihitung berdasarkan Persamaan 1 berikut

$$l \leq m < 2l \quad (1)$$

Dimana l adalah jumlah inputan, m adalah jumlah hidden layer dan $2l$ adalah 2 kali jumlah inputan. Artinya jumlah neuron pada hidden layer berjumlah minimal 22 dan maksimal 44. Neuron output berjumlah 2 neuron, karena pada penelitian ini menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner. Setelah ditentukan variabel masukan, neuron pada hidden layer dan target, maka dapat dibentuk arsitektur JST backpropagation. Secara rinci algoritma pelatihan jaringan backpropagation dapat diuraikan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

(a) Inisialisasi bobot, konstanta learning rate (α), toleransi error atau nilai bobot (jika menggunakan nilai bobot sebagai kondisi berhenti) atau set maksimal epoch

(jika menggunakan banyaknya epoch sebagai kondisi berhenti).

(b) Selama kondisi berhenti belum tercapai, lakukan langkah (c) sampai (h).

Tahap Perambatan Maju (Feedforward) :

(c) Setiap unit input (x) ($X_i, i=1,2,3,\dots,n$) menerima sinyal dan meneruskan sinyal ke semua unit pada lapisan tersembunyi.

(d) Setiap unit lapisan tersembunyi (z) ($Z_j, j=1,2,3,\dots,p$) akan menjumlahkan sinyal-sinyal input yang telah memiliki bobot dengan Persamaan 2.

$$z_{inj} = V_0 + \sum x_i v_{ij} \quad (2)$$

Untuk menghitung sinyal output, perlu menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner (Persamaan 3).

$$z_j = f(z_{in j}). \quad (3)$$

Hasil dari sinyal output (z_j) akan dikirimkan ke semua unit-unit output.

(e) Setiap unit output (y) ($Y_k, k=1,2,3,\dots,m$) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot (y_{ink}) (Persamaan 4)

$$y_{ink} = w_0k + \sum z_i w_{ijk} \quad (4)$$

Menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner untuk menghitung sinyal output yang teraktivasi (y_k) (Persamaan 5).

$$y_k = f(y_{ink}) \quad (5)$$

Kirimkan sinyal tersebut ke semua unit dilapisan unit-unit output backpropagation.

Tahap Perambatan Mundur (Backpropagation) :

(f) Setiap unit output (Y) ($(Y) (k,k=1,2,3,\dots,m)$) menerima target pola yang berhubungan dengan pola input pembelajaran, hitung informasi erornya (Persamaan 6)

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{ink}) \quad (6)$$

Kemudian hitung kembali koreksi bobot (untuk memperbaiki nilai w_{jk}) dengan Persamaan 7.

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j. \quad (7)$$

dan menghitung nilai koreksi bias (untuk memperbaiki nilai w_0k) dengan Persamaan 8.

$$\Delta w_0k = \alpha \delta_k \quad (8)$$

Kirimkan δ_k ini ke unit-unit yang ada di lapisan bawahnya.

(g) Tiap-tiap unit tersembunyi ($Z_j, j=1,2,3,\dots,p$) menjumlahkan delta input dari unit-unit yang berada pada lapisan di atasnya (Persamaan 9).

$$\delta_{inj} = \sum \delta_k \cdot w_{jk} \quad (9)$$

Kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi error (Persamaan 10).

$$\delta_j = \delta_{inj} f'(z_{inj}) \quad (10)$$

Kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi error (Persamaan 11).

$$\delta_j = \delta_{inj} f'(z_{inj}) \quad (11)$$

Kemudian hitung koreksi bobot yang digunakan untuk memperbaiki nilai v_{jk} (Persamaan 12).

$$\Delta v_{jk} = \alpha \delta_j x_i \quad (12)$$

Hitung juga koreksi bobot bias akan digunakan untuk memperbaiki nilai v_{0j} (Persamaan 13).

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j \quad (13)$$

Tahap Perubahan Bobot dan Bias

- (h) Tiap-tiap unit output (Y_k , $k=1,2,3,\dots,m$) memperbaiki bias dan bobotnya ($j=0,1,2,\dots,p$) (Persamaan 14).

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (14)$$

Tiap-tiap unit tersembunyi (Z_j , $k=1,2,3,\dots,p$) memperbaiki bias dan bobotnya ($i=0,1,2,3,\dots,n$) (Persamaan 15).

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (15)$$

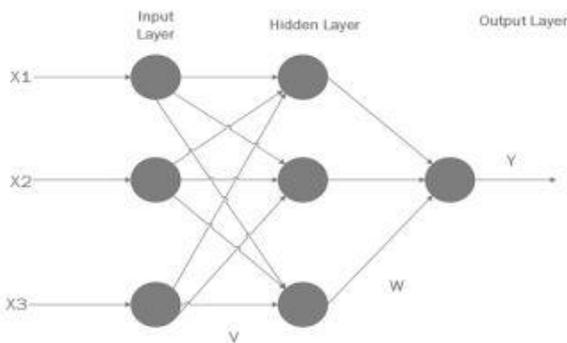
- (i) Tes kondisi berhenti.

X19	Sesak napas > 1 minggu
X20	Mengi
X21	Demam tinggi
X22	Demam sore dan malam

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Performa metode Backpropagation pada sistem deteksi dugaan penyakit paru disajikan dalam Tabel 2 dan Tabel 3. Pengujian performa sistem dilakukan dengan mengganti-ganti beberapa parameter, yaitu learning rate, jumlah neuron pada hidden layer, jumlah epoch dan perbandingan jumlah data latih dan data uji. Untuk nilai learning rate yang digunakan yaitu 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, dan 0.9, jumlah neuron hidden layer yang digunakan yaitu 22, 33 dan 43, dan perbandingan jumlah data latih dan data uji yang digunakan adalah 90:10 dan 80:20.

B. Gambar dan Tabel



Gambar 1. Lapisan Neural Network

Tabel 1. Variable Masukan

Variabel	Nama Variabel
X1	Demam
X2	Demam > 1 minggu
X3	Demam naik turun
X4	Nafsu makan turun
X5	Batuk
X6	Batuk Berdahak
X7	Batuk > 2 minggu
X8	Batuk darah
X9	Dada nyeri
X10	Mual
X11	Muntah
X12	Sakit kepala
X13	Sakit punggung
X14	Keringat malam
X15	Badan lemah
X16	Riwayat asma
X17	Riwayat kanker paru-paru
X18	Sesak napas

Tabel 2. Hasil pengujian pada perbandingan data 90:10

No	α	epoch	Hidden 22	Hidden 33	Hidden 43
1	0.1	15	82%	27%	82%
		25	64%	82%	64%
		35	54%	54%	64%
2	0.3	15	73%	54%	64%
		25	73%	82%	82%
		35	27%	64%	54%
3	0.5	15	73%	54%	45%
		25	27%	62%	73%
		35	27%	84%	82%
4	0.7	15	27%	54%	82%
		25	27%	82%	54%
		35	73%	64%	64%
5	0.9	15	27%	54%	82%
		25	73%	82%	73%
		35	54%	73%	73%

Berdasarkan pengujian dengan perbandingan 90:10 menghasilkan akurasi tertinggi 82% menggunakan 22 hidden layer, 82% menggunakan dan 82% menggunakan 43 hidden layer. Pengujian dilakukan dengan menggunakan kombinasi nilai learning rate dan jumlah epoch mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar.

Tabel 3. Hasil pengujian pada perbandingan data 80:10

No	α	epoch	Hidden 22	Hidden 33	Hidden 43
1	0.1	15	63%	27%	36%
		25	63%	27%	45%
		35	68%	77%	77%
2	0.3	15	68%	45%	45%
		25	56%	77%	77%
		35	41%	45%	68%
3	0.5	15	59%	45%	77%
		25	22%	77%	54%

		35	27%	59%	54%
4	0.7	15	27%	27%	36%
		25	27%	68%	54%
		35	54%	77%	64%
5	0.9	15	27%	54%	82%
		25	27%	77%	73%
		35	63%	63%	73%

Berdasarkan pengujian dengan perbandingan 80:20 menghasilkan akurasi tertinggi 68% menggunakan 22 hidden layer, 77% menggunakan 33 hidden layer dan 82% menggunakan 43 hidden layer. Pengujian dilakukan dengan menggunakan kombinasi nilai learning rate dan jumlah epoch mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, terdapat beberapa kesimpulan yang disajikan sebagai berikut:

- (1) Backpropagation dapat diterapkan untuk aplikasi dugaan penyakit paru-paru, dibuktikan dengan akurasi yang dihasilkan pada pengujian.
- (2) Parameter yang digunakan pada penelitian yaitu learning rate 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, dan 0.9, jumlah epoch sebanyak 15 epoch, 25 epoch dan 35 epoch dan menggunakan 3 arsitektur jaringan yang berbeda, yaitu [22:22:2]; [22:33:2] dan [22:43:2]. Pelatihan menggunakan pembagian data latih dan data uji dengan perbandingan 90:10 dan 80:20. Akurasi tertinggi yang didapat selama pengujian pada pembagian data 90:10 sebesar 82% dan pembagian data 80:20 sebesar 82%.
- (3) Jumlah neuron hidden layer berpengaruh terhadap akurasi pengenalan. Pengaruhnya akan terlihat ketika menggunakan jumlah data latih yang sedikit yaitu pada perbandingan data latih dan data uji 80:20, sedangkan untuk data latih yang lebih besar yaitu 90:10 akurasi tetap walaupun jumlah neuron hidden layer nya berubah.
- (4) Nilai learning rate dan jumlah epoch juga berpengaruh terhadap akurasi pengenalan terlihat pada Tabel 4 dan Tabel 5, dimana akurasi berubah-ubah ketika nilai parameter diubah-ubah.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Setyowati and S. Mariani, "Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Metode Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Klasifikasi Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)," vol. 4, pp. 514–523, 2021.
- [2] L. A. Andika, H. Pratiwi, and S. S. Handajani, "Lingga Aji Andika 1 , Hasih Pratiwi 2 , and Sri Sulistijowati Handajani 3 1," *Indones. J. Stat. Its Appl.*, vol. 3, no. 3, pp. 331–340, 2019.
- [3] M. Ketersediaan, K. Pangan, and P. Riau, "Eka Pandu Cynthia, 2) Edi Ismanto," vol. 2, no. 2, pp. 83–98, 2017.
- [4] F. Syafria *et al.*, "Implementation of Backpropagation Neural Network to Detect Suspected Lung Disease," vol. 1, no. 1, pp. 32–40, 2018.
- [5] J. Syaraf, T. Dengan, and M. Perceptron, "SISTEM CERDAS DIAGNOSA PENYAKIT DALAM MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN DENGAN METODE PERCEPTRON Usman 1 , Abdullah 2 1 2," vol. 4, pp. 312–322, 2017.
- [6] N. C. Nurhafifah Matondang, Mayanda Mega Santoni, "Deteksi Hipertensi Dengan Metode Artificial Neural Network Nurhafifah Matondang , Mayanda Mega Santoni , Nurul Chamidah," vol. 2, no. 1, pp. 24–25, 2019.
- [7] A. Mu'min, D. Z. Abidin, and E. Rasywir, "Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Mendeteksi Penyakit Maag dengan Metode Backpropagation," *J. Progr. Stud. Tek. Inform.*, pp. 20–30, 2019.
- [8] J. Syaraf and T. Untuk, "Jaringan syaraf tiruan untuk mendeteksi hama dan penyakit tanaman buah apel dengan metode backpropagation," vol. 1, no. 2, 2021.
- [9] L. Depinta and Z. Abdullah, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Deteksi Penyakit Tuberculosis (TB) Paru dari Citra Rontgen," *J. Fis. Unand*, vol. 6, no. 1, pp. 61–66, 2017, doi: 10.25077/jfu.6.1.61-66.2017.
- [10] N. Yanti, N. Safaat Harahap, Y. Vitriani, U. H. Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Jl Soebrantas Km, and S. Baru Panam -Kecamatan Tampar, "Penerapan Struktur Backpropagation Pada Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Mendeteksi Gangguan Penyakit Tropis," no. November, pp. 2579–5406, 2018.