

Mendiagnosa Penyakit Mata Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan dengan Menggunakan Metode Backpropagation dan Hopfield

M Chairul Azmi, Sinar Sinurat

Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia

Email: chairulazmi@gmail.com

Submitted 18-11-2020; Accepted 31-12-2020; Published 31-12-2020

Abstrak

Mata merupakan organ terpenting makhluk hidup terutama manusia. Fungsi utama mata adalah untuk indra penglihatan. Mata memiliki bagian-bagian penting seperti kornea, pupil, retina, sclera, lensa mata dan lain-lain. Kesehatan mata merupakan suatu hal yang penting bagi kesehatan tubuh manusia, karena mata sangat membantu untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Hampir setiap kegiatan manusia menggunakan mata, misalnya membaca, bekerja, menonton televisi, menulis, berkendara, dan lain-lain sehingga banyak orang yang setuju bahwa mata merupakan panca indera yang paling penting. Jika mata mengalami gangguan atau penyakit mata, maka akan berakibat sangat fatal bagi kehidupan manusia. Permasalahan yang dihadapi dalam perancangan system ini yaitu masalah mendiagnosa yang terkena penyakit. Adapun metode jaringan syaraf yang digunakan yaitu backpropagation dan Hopfield untuk dapat ditarik suatu kesimpulan metode mana yang memiliki Hopfield untuk dapat ditarik kesimpulan metode mana yang memiliki ketepatan yang lebih baik dalam melakukan identifikasi terhadap objek yang dibahas. Pada metode backpropagation pola dilatih melalui tiga fase yang pertama yaitu fase propagasi maju, fase propagasi mundur, dan fase perubahan bobot hingga kondisi penghentian dipenuhi, sedangkan pada metode Hopfield pelatihan dilakukan dengan melakukan dot product antara vector pola masukan dengan vector. Jaringan Hopfield dikatakan sampai pada nilai maksimum jika sebuah pola stabil dipanggil ulang. Berdasarkan hasil uji coba terhadap penyakit mata diketahui bahwa metode Hopfield dapat mengenali pola lebih cepat daripada metode backpropagation dengan rata-rata waktu pengenalan 2,46 dan 5,67 detik.

Kata Kunci: Mendiagnosa, Penyakit, Mata, JST, Backpropagation, Hopfield.

Abstract

The eye is the most important organ of living things, especially humans. The main function of the eye is for the sense of sight. The eye has important parts such as the cornea, pupil, retina, sclera, eye lens and others. Eye health is an important thing for the health of the human body, because the eye is very helpful for carrying out daily activities. Everyday. Almost every human activity uses the eyes, for example reading, working, watching television, writing, driving, etc. so that many people agree that the eyes are the five most important senses. If the eye has eye disorders or diseases, it will have fatal consequences for human life. The problem faced in designing this system is the problem of diagnosing those affected by the disease. The neural network methods used are backpropagation and Hopfield to conclude which method has Hopfield to conclude which method has better accuracy in identifying which method has Hopfield. object discussed. In the backpropagation method, the pattern is trained through the first three phases, namely the forward propagation phase, the back propagation phase, and the weight change phase until the stopping conditions are met, while in the Hopfield method the training is carried out by doing a dot product between the input pattern vector and the vector. The Hopfield network is said to reach a maximum value if a stable pattern is recalled. Based on the results of trials on eye disease, it is known that the Hopfield method can recognize patterns faster than the backpropagation method with an average recognition time of 2.46 and 5.67 seconds.

Keywords: Diagnosis, Disease, Eyes, ANN, Backpropagation, Hopfield

1. PENDAHULUAN

Mata merupakan organ terpenting makhluk hidup terutama manusia. Fungsi utama mata adalah untuk indra penglihatan. Mata memiliki bagian-bagian penting seperti kornea, pupil, retina, sclera, lensa mata dan lain-lain. Kesehatan mata merupakan suatu hal yang penting bagi kesehatan tubuh manusia, karena mata sangat membantu untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Hampir setiap kegiatan, manusia menggunakan mata, misalnya membaca, bekerja, menonton televisi, menulis, berkendara, dan lain-lain sehingga banyak orang yang setuju bahwa mata merupakan panca indera yang paling penting. Jika mata mengalami gangguan atau penyakit mata, maka akan berakibat sangat fatal bagi kehidupan manusia. Proses pembelajaran dan interaksi manusia akan terganggu. Jadi, sudah mestinya mata merupakan anggota tubuh yang perlu dijaga dalam kesehatan sehari-hari dan sudah semestinya manusia tahu sejak dini apabila terkena gejala penyakit mata tertentu sehingga tidak semakin parah dan membahayakan mata apalagi hingga terjadi kebutaan. Pada kenyataannya, banyak kasus penyakit mata dapat menimbulkan kebutaan karena terlambat ditangani [1].

Backpropagation (propagasi balik) pertama dikembangkan pada tahun 1986 oleh Rumelhart, Hinton dan Williams untuk menentukan bobot dan digunakan untuk pelatihan perceptron multi lapis. Metode Backpropagation (propagasi balik) merupakan metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Metode ini merupakan metode jaringan saraf tiruan yang populer. Beberapa contoh aplikasi melibatkan metode ini adalah pengompresian data, pendeteksian virus komputer, pengidentifikasian objek, sintesis suara dari teks, dan lain-lain [2].

Metode Hopfield adalah metode jaringan saraf tiruan yang menggunakan teknik klasifikasi. Jaringan Hopfield akan menyimpan sekumpulan neuron pada posisi yang seimbang sedemikian rupa, sehingga apabila diberikan suatu kondisi awal, maka jaringan tersebut akan merespon untuk mendesain suatu titik keseimbangan ketika mencapai konvergensi, di mana eror yang diperoleh minimum. Jaringan ini akan bekerja secara rekursif, sedemikian rupa sehingga output jaringan akan dikirim kembali sebagai input jaringan dalam setiap kali operasi dilakukan. Jaringan Hopfield diuji dengan satu atau lebih vektor input yang diberikan sebagai kondisi awal jaringan. Setelah input diberikan, jaringan akan merespon untuk menghasilkan

suatu output yang selanjutnya akan dikirim kembali menjadi input[3]. Proses ini akan dilakukan secara terus-menerus. Setiap vektor input akan mendekati satu titik keseimbangan yang terdekat. Pada dasarnya, algoritma Hopfield akan mencoba untuk menstabilkan output jaringan, sesuai dengan nilai target yang diberikan oleh user [4].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan bisa dibayangkan seperti otak buatan di dalam cerita-cerita fiksi ilmiah. Otak buatan ini dapat berfikir seperti manusia, dan juga sepandai manusia dalam menyimpulkan sesuatu dari potongan-potongan informasi yang diterima. Khayalan manusia tersebut mendorong para peneliti untuk mewujudkannya. Komputer diusahakan agar bisa berfikir sama seperti cara berfikir manusia. Caranya adalah dengan melakukan peniruan terhadap aktivitas-aktivitas yang terjadi di dalam sebuah jaringan saraf biologis[2].

2.2 Penyakit MATA

Mata merupakan organ terpenting makhluk hidup terutama manusia. Fungsi utama mata adalah untuk indra penglihatan. Mata memiliki bagian-bagian penting seperti kornea, pupil, retina, sclera, lensa mata dan lain-lain. Kesehatan mata merupakan suatu hal yang penting bagi kesehatan tubuh manusia, karena mata sangat membantu untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Hampir setiap kegiatan, manusia menggunakan mata, misalnya membaca, bekerja, menonton televisi, menulis, berkendara, dan lain-lain sehingga banyak orang yang setuju bahwa mata merupakan panca indera yang paling penting. Jika mata mengalami gangguan atau penyakit mata, maka akan berakibat sangat fatal bagi kehidupan manusia[1].

Adapun jenis – jenis penyakit mata adalah sebagai berikut:

1. Miopi
Miopi yakni seseorang yang tidak dapat melihat benda yang berjarak jauh. Biasanya terjadi pada pelajar. Dapat dibantu dengan kacamata berlensa cekung.
2. Hipermetropi
Hipermetropi yaitu seseorang yang tidak dapat melihat benda yang berjarak dekat dari mata. Dapat dibantu dengan kacamata berlensa cembung.
3. Presbiopi
Presbiopi adalah seseorang yang tidak dapat melihat benda yang berjarak dekat maupun berjarak jauh. Dapat dibantu dengan kacamata berlensa rangkap. Biasa terjadi pada lansia.
4. Kerabunan dan kebutaan
Buta berarti seseorang tidak dapat melihat benda apapun sama sekali. Buta bisa saja diakibatkan keturunan, maupun kecelakaan. Rabun berarti seseorang hanya dapat melihat dengan samar-samar. Orang-orang yang buta maupun rabun biasanya "membaca" dengan jari-jarinya.
5. Katarak
Katarak adalah suatu penyakit mata di mana lensa mata menjadi buram karena penebalan Lensa Mata dan terjadi pada orang lanjut usia (lansia).
6. Dan lain-lain

2.3 Backpropagation

Backpropagation (propagasi balik) pertama dikembangkan pada tahun 1986 oleh Rumelhart, Hinton dan Williams untuk menentukan bobot dan digunakan untuk pelatihan perceptron multi lapis. Metode Backpropagation (propagasi balik) merupakan metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Metode ini merupakan metode jaringan saraf tiruan yang populer. Beberapa contoh aplikasi melibatkan metode ini adalah pengompresian data, pendeteksian virus komputer, pengidentifikasian objek, sintesis suara dari teks, dan lain-lain [3].

2.4 Jaringan Saraf Tiruan Hopfield

Dalam paper yang dipublikasikan pada tahun 1982, John Hopfield memperkenalkan arsitektur jaringan yang kemudian dikenal dengan jaringan Hopfield. Dengan istilah jelas dan sederhana, John Hopfield menjabarkan bagaimana kemampuan komputasi dapat dibangun dari jaringan yang terdiri dari komponen-komponen yang menyerupai neuron [4]. John Hopfield menjabarkan bagaimana kemampuan komputasi dapat dibangun dari jaringan yang terdiri dari komponen-komponen yang mempunyai neuron. John Hopfield menggambarkan suatu associative memory yang dapat di selesaikan dengan jaringannya. Unit-unit pengolahan dalam jaringan Hopfield terhubung penuh, hubungan-hubungan tersebut adalah langsung dari setiap unit pengolahan hubungan dalam dua arah. Setiap hubungan mempunyai bobot, bobot tersebut adalah nilai scalar yang berdasarkan pada kekuatan hubungan (connection strength). Jaringan Hopfield biner mempunyai suatu lapisan unit pengolah. Setiap unit pengolah mempunyai sebuah nilai aktivitas atau kondisi (state) yang bersifat biner. Jaringan saraf tiruan Hopfield diskrit adalah jaringan yang saraf tiruannya terhubung penuh atau fully connected. Atau setiap unit terhubung dengan setiap unit lainnya, pada jaringan Hopfield diskrit ini tidak memiliki hubungan dengan dirinya sendiri. Jaringan saraf tiruan merupakan kumpulan dari neuron-neuron (sel-sel saraf) dimana sebuah neuron berhubungan dengan sebuah neuron lainnya dengan cara mengirimkan informasi dalam bentuk fungsi aktivasi. Fungsi aktivasi yang digunakan yaitu fungsi symmetric

stautrating linear dimana fungsi ini akan bernilai -1 jika inputnya kurang dari -1, dan akan terletak antara -1 dan 1, maka outputnya akan bernilai sama dengan nilai inputannya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyakit mata sangat beragam. Cara penanganan dan pencegahan macam-macam penyakit mata ini pun berbeda, tergantung penyebabnya.. Mata merupakan organ terpenting makhluk hidup terutama manusia. Fungsi utama mata adalah untuk indra penglihatan .Mata memiliki bagian-bagian penting seperti kornea, pupil, retina, sclera,lensa mata dan lain-lain.kesehatan mata merupakan suatu hal yang penting bagi kesehatan tubuh manusia,karena mata sangat membantu untuk melakukan aktivitas sehari hari. Hampir setiap kegiatan, manusia menggunakan mata, misalnya membaca, bekerja, menonton televisi, menulis, berkendara, dan lain-lain sehingga banyak orang yang setuju bahwa mata merupakan panca indera yang paling penting. Jika mata mengalami gangguan atau penyakit mata, maka akan berakibat sangat fatal bagi kehidupan manusia. yang dihadapin dalam perancangan system ini yaitu masalah ciri-ciri dan gejala-gejala penyakit mata yang terkena penyakit. Sehingga dengan adanya sistem ini diharapkan dapat membantu masyarakat untuk mendiagnosa penyakit mata sementara waktu sebelum dilakukan pendiagnosa mata oleh dokter mata.

3.1 Penerapan Metode Backpropagation

Dalam sistem ini ada dua metode yaitu metode *backpropagation* dan metode hopfield yang digunakan untuk melakukan pendiagnosa terhadap penyakit mata. Di dalam proses pelatihan ini dilakukan pelatihan terhadap suatu gejala dan ciri – ciri penyakit mata dengan menggunakan kedua metode tersebut. pelatihan jaringan saraf tiruan untuk mendiagnosa penyakit mata. Berikut ini akan diberikan contoh sederhana bagaimana masing-masing metode melakukan proses pelatihan. Dengan yang pertama sebagai contoh yaitu penerapan metode (algoritma) *backpropagation* untuk mengenali fungsi XOR yang memiliki 2 masukan x1 dan x2, dimana akan dilakukan iterasi terhadap pola pertama yaitu x1 = 1, x2 = 1 dan t = 0 dengan laju pembelajaran (*learning rate*) $\alpha = 0.2$. berikut ini penyelesaian yang akan dilakukan dengan *backpropagation* menggunakan 1 lapisan tersembunyi yang terdiri dari 3 unit.

1. Inialisasi semua bobot (langkah 0-langkah 3)

Inialisasi bobot ini akan dilakukan pemberian bobot secara acak seperti contoh pada tabel 1. dan tabel 2.

Tabel 1. Nilai Bobot Lapisan Masukan Ke Lapisan Tersembunyi (v_{ij})

	z1	z2	z3
x1	0.2	0.3	-0.1
x2	0.3	0.1	-0.1
1	-0.3	0.3	0.3

Tabel 2. Bobot Lapisan Masukan Ke Lapisan Tersembunyi (w_{kj})

	Y
z1	0.5
z2	-0.3
z3	-0.4
1	-0.1

2. Hitung keluaran unit tersembunyi (z_j) (langkah)

$$z_net_j = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji} \quad (1)$$

$$z_net_1 = -0.3+1(0.2)+1(0.3) = 0.2$$

$$z_j = f(z_net_j) = \frac{1}{1+e^{-z_net_j}}$$

$$z_1 = \frac{1}{1+e^{-0.2}} = 0.55$$

3. Hitung keluaran unit y_k (langkah 5)

$$y_net_k = w_{k0} + \sum_{i=1}^n z_j w_{kj} \quad (2)$$

$$y_net_k = y_net = -0.1+0.55(0.5)+0.67(-0.3)+0.52(-0.4) = -0.24$$

$$y = f(y_net) = \frac{1}{1+e^{-y_net}} = \frac{1}{1+e^{0.24}} = 0.44$$

4. Hitung faktor δ di unit keluaran y_k (langkah 6)

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_net_k) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k) \quad (3)$$

$$\delta_k = \delta = (t - y) y (1 - y) = (0 - 0.44) (0.44) (1 - 0.44) = -0.11$$

Suku perubahan bobot w_{kj} (dengan $\alpha = 0.2$)

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta z ; j = 0, 1, \dots, 3 \quad (4)$$

$$\Delta w_{10} = 0.2 (-0.11)(1) = -0.02$$

5. Hitung penjumlahan kesalahan dari unit tersembunyi ($=\delta$) (langkah 7)

$$\delta_net_j = \delta_k w_{kj} \quad (5)$$

$$\delta_net_1 = (0.11) (0.5) = -0.05$$

Faktor kesalahan δ di unit tersembunyi

$$\delta_j - \delta_{netj} f'(z_{netj}) = \delta_{netj} z_j (1-z_j) \quad (6)$$

Suku perubahan bobot ke unit tersembunyi $\Delta v_{ji} - \alpha \delta_j x_i$ dapat dilihat pada tabel 3. ($j = 1,2,3; i = 0,1,2$)

Tabel 3. Nilai Suku Perubahan Bobot

	z_1	z_2	z_3
x1	$\Delta v_{11} = (0.2) (-0.01)(1) = 0$	$\Delta v_{21} = (0.2) (0.01)(1) = 0$	$\Delta v_{31} = (0.2) (0.01)(1) = 0$
x2	$\Delta v_{12} = (0.2) (-0.01)(1) = 0$	$\Delta v_{22} = (0.2) (0.01)(1) = 0$	$\Delta v_{32} = (0.2) (0.01)(1) = 0$
1	$\Delta v_{13} = (0.2) (-0.01)(1) = 0$	$\Delta v_{23} = (0.2) (0.01)(1) = 0$	$\Delta v_{33} = (0.2) (0.01)(1) = 0$

6. Hitung semua perubahan bobot (langkah 8)

$$W_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta v_{kj} \quad (k = 1; j = 0,1,\dots,3) \quad (7)$$

$$W_{11}(\text{baru}) = 0.5 - 0.01 = 0.49$$

$$W_{12}(\text{baru}) = -0.3 - 0.01 = -0.31$$

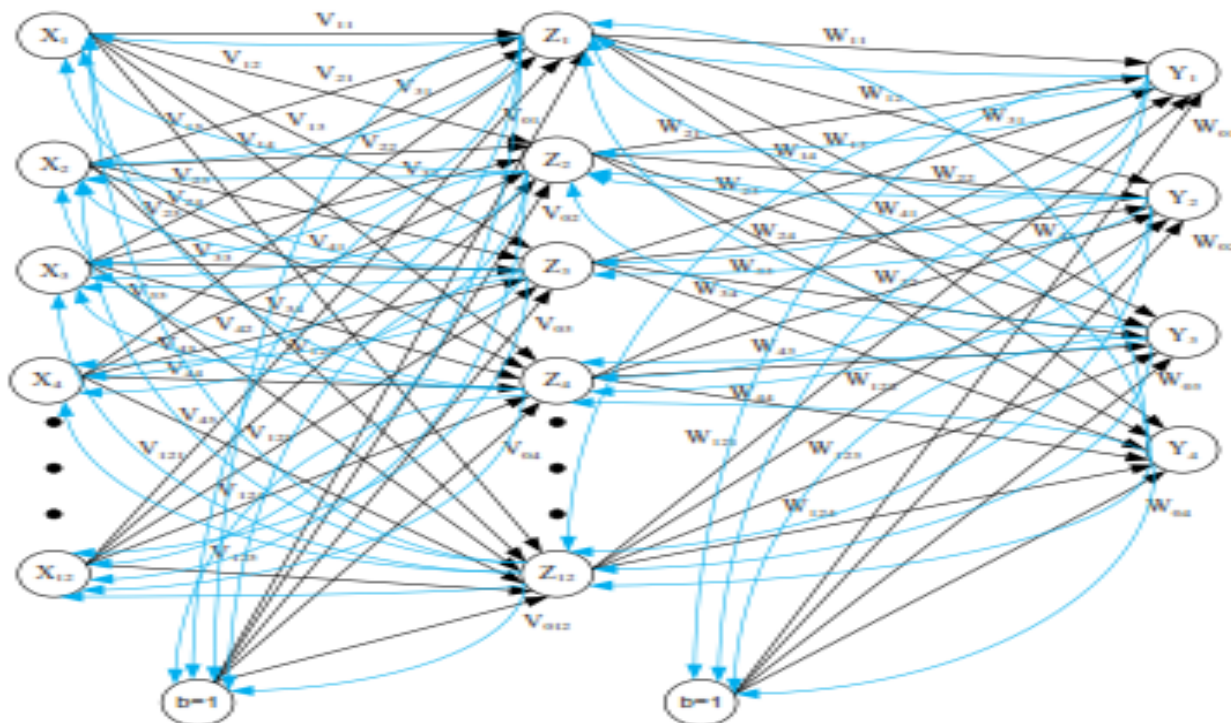
Perubahan bobot unit tersembunyi :

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ji} \quad (j = 1,2,3; i = 0,1,2) \quad (8)$$

Tabel 4. Perubahan Bobot Unit Tersembunyi

	z_1	z_2	z_3
x1	$v_{11}(\text{baru}) = 0.2 + 0 = 0.2$	$V_{21}(\text{baru}) = 0.3 + 0 = 0.3$	$V_{31}(\text{baru}) = 0.1 + 0 = 0.1$
x2	$v_{12}(\text{baru}) = 0.3 + 0 = 0.3$	$V_{22}(\text{baru}) = 0.1 + 0 = 0.1$	$V_{32}(\text{baru}) = 0.1 + 0 = 0.1$
1	$v_{13}(\text{baru}) = 0.3 + 0 = 0.3$	$V_{23}(\text{baru}) = 0.3 + 0 = 0.3$	$V_{33}(\text{baru}) = 0.3 + 0 = 0.3$

Hasil pada tabel 4. merupakan iterasi untuk pola pertama, untuk mengetahui nilai dari 1 iterasi penuh semua pola maka dapat dilakukan iterasi pada pola kedua yaitu $x_1 = 1, x_2 = 0$, dan $t = 1$, pola ketiga yaitu $x_1 = 0, x_2 = 1$, dan $t = 1$, dan pola keempat yaitu $x_1 = 0, x_2 = 0$, dan $t = 0$.



Gambar 1. Arsitektur Jaringan Backpropagation

Gambar 1 memperlihatkan sistem terdiri dari 12 inputan (x_1-x_{12}) sesuai dengan jumlah image mata yang digunakan sebagai data masukan. Pada lapisan tersembunyi terdiri dari ($Z_1 - Z_{12}$). Dan data keluaran (y_1-y_4) akan menghasilkan nilai 1 dan 0 yang merupakan subkelas untuk target, target dalam sistem ini adalah 4 dimana :

Vektor keluaran target 1 adalah 1 0 0 0

Vektor keluaran target 2 adalah 0 1 0 0

Vektor keluaran target 3 adalah 0 0 1 0

Vektor keluaran target 4 adalah 0 0 0 1

3.2 Penerapan Metode Hopfield

Metode hopfield menggambarkan suatu associative memory yang dapat diterapkan dan kemudian mendemonstrasikan masalah. Unit-unit pengolah dalam jaringan hopfield terhubung penuh. Hubungan tersebut adalah langsung dan setiap pasangan unit pengolah mempunyai hubungan dalam dua arah. Contoh penerapan metode hopfield dapat dilihat pada proses dibawah ini. Misalkan terdapat 2 buah pola yang ingin dikenali yaitu pola A (0,1,0,1,0,1) dan B (1,0,1,0,1,0). Bobot-bobot jaringan syaraf tiruan ditentukan sebagai berikut :

$$W = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 & 0 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Bobot-bobot tersebut simetris ($w_{ij} = w_{ji}$; dimana i =baris dan j =kolom) dan diagonal utamanya adalah 0. Pola A dan pola B dilakukan sebagai *vector*. *Dot product* antara A dengan B diperoleh dengan cara mengalikan komponen kedua vector tersebut dengan vector bobot.

Aktivasi node pertama untuk pola A :

$$(0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1) * \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix} = 0 + (-1) + 0 + (-1) + 0 + (-1) = -3$$

Aktivasi node kedua :

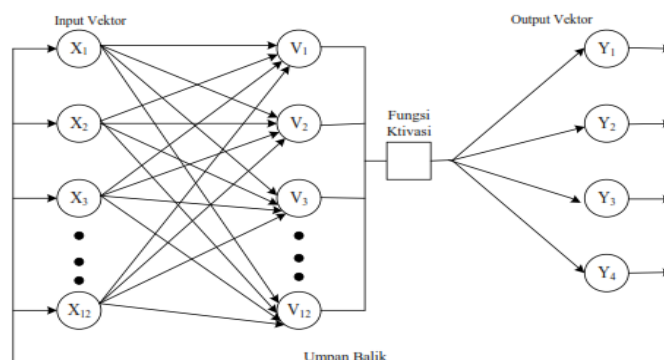
$$(0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1) * \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix} = 0 + 0 + 0 + 1 + 0 + 1 = 2$$

Dan seterusnya untuk node ketiga, keempat, kelima, dan keenam diperoleh masing-masing -3, 2, -3, 2. Masih dengan cara yang sama untuk pola B diperoleh masing-masing 2, -3, 2, -3, 2, -3. Kemudian fungsi ambang ditentukan agar jaringan saraf bisa menghasilkan pola A dan pola B.

$$f(t) = \begin{cases} 1 & \text{jika } t \geq \theta \\ 0 & \text{jika } t < \theta \end{cases}$$

Untuk contoh ini diambil $\theta = 0$

Maka akan diperoleh $f(2)=1$ dan $f(-3)=0$ kemudian pola output untuk pola A dan pola B dapat ditentukan. Untuk pola A output yang dihasilkan (0,1,0,1,0,1), ini sama dengan pola inputnya dapat dikatakan bahwa jaringan syaraf sukses dalam mengenali pola A. sedangkan pola B output yang dihasilkan (1,0,1,0,1,0) yang berarti pola B juga berhasil dikenali karena sama dengan pola inputannya.



Gambar 2. Arsitektur Jaringan Hopfield

Gambar 2. terlihat bahwa semua unit input dihubungkan dengan semua unit output, meskipun dengan bobot yang berbeda-beda. Tidak ada unit yang dihubungkan dengan unit input lainnya. Model diskrit jaringan Hopfield dalam bobot sinaptik menggunakan vektor biner dimensi n atau dapat dituliskan $a\{0,1\}^n$. Model ini berisi n neuron dan jaringan terdiri dari $n(n-1)$ interkoneksi dua jalur. Model jaringan Hopfield secara matematis dapat disajikan dalam bentuk matriks simetris $N \times N$ dengan diagonal utamanya bernilai 0. Pemberian nilai 0 pada diagonal utama dimaksudkan agar setiap neuron tidak memberi input pada dirinya sendiri. Dengan demikian jaringan Hopfield merupakan suatu jaringan dengan bobot simetrik. Maka diperoleh hasil Untuk pola A output yang dihasilkan (0,1,0,1,0,1) sedangkan pola B output yang dihasilkan (1,0,1,0,1,0).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan jaringan syaraf tiruan dapat digunakan untuk melakukan pendiagnosa terhadap objek tertentu dalam hal ini yaitu penyakit mata. Metode backpropagation dan Hopfield dapat mendiagnosa dengan cepat dan tepat. Semakin banyak data yang di masukkan , maka hasil pengujian akan lebih namun memakan waktu yang lebih lama.

REFERENCES

- [1] Aryasa, K. (2012). Expert System Diagnosa Jenis Penyakit Gigi Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation. *CSRID Journal*, 4(2), 91.
- [2] Diyah, & Puspitaningrum. (2006). jaringan saraf tiruan. Iii, B. A. B., & Kajian, M. (1983).
- [3] Jogiyanto. (2009). Analisis dan Desain. Yogyakarta: Andi, 53, 160. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- [4] Ladjamudin, A.-B. Bin. (2005). Analisis dan Desain Sistem Informasi. Tangerang: Graha Ilmu.
- [5] Puspitaningrum, D. (2006). JARINGAN SARAF TIRUAN. (Fl. Sigit Suyantoro, Ed.). yogyakarta: C.V ANDI OFFSET (Penerbit ANDI).