

KLASIFIKASI RETINOPATI DIABETES DENGAN METODE NEURAL NETWORK

Hafdiarsya Saiyar

Program Studi Teknik Informatika
AMIK Bina Sarana Informatika Jakarta
Jl. Salemba Tengah No. 22 Jakarta Pusat, Indonesia
Hafdiarsya.hyr@bsi.ac.id

Abstract— *Diabetic retinopathy (DR) is one of the complications in the retina caused by diabetes. The symptoms shown by patients with DR, among others mikroaneurysms, hemorrhages, hard exudate and soft exudates. These symptoms at a certain intensity can be an indicator of phase (severity) of diabetic retinopathy. DR severity levels are divided into four classes namely: Normal, Non-Proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR), Proliferative Diabetic Retinopathy (PDR), and Macular edema (ME). The system built in this thesis is the detection of diabetic retinopathy level of images obtained from STARE (Structured Analysis of the Retina). There are four main stages to resolve the problems of the pretreatment, extraction of anatomical structures, feature extraction and classification. Pretreatment methods are used including gray image (grayscale), a Gaussian filter, Histogram retinal image with wavelet de-noising and Masking. The retinal image using neural network trained with backpropagation algorithm for classification. The resulting performance of this approach is the sensitivity 100%, specificity 95%, accuracy 96%.*

Keywords: *Diabetic retinopathy, Neural Network, Backpropagation, STARE.*

Abstrak - Retinopati diabetes (DR) merupakan salah satu komplikasi pada retina yang disebabkan oleh penyakit diabetes. Gejala yang ditunjukkan oleh penderita DR antara lain mikroaneurysms, hemorrhages, hard exudate dan soft exudates. Gejala-gejala tersebut pada suatu intensitas tertentu dapat menjadi indikator fase (tingkat keparahan) retinopati diabetes. Tingkatan keparahan DR dibagi atas empat kelas yakni: Normal, Non-Proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR), Proliferative Diabetic Retinopathy (PDR), dan Macular Edema (ME). Sistem yang dibangun pada tesis ini adalah deteksi tingkat retinopati diabetik dari citra yang didapatkan dari STARE (Structured Analysis of the Retina). Terdapat empat tahap utama untuk menyelesaikan permasalahan yaitu prapengolahan, ekstraksi struktur anatomi, ekstraksi ciri dan klasifikasi. Metode prapengolahan yang digunakan diantaranya citra keabuan (grayscale), Filter Gaussian, Histogram Citra retina dengan wavelet de-Noising dan Masking. Citra retina ini dilatih menggunakan Neural Network dengan algoritma backpropagation untuk dilakukan klasifikasi. Kinerja yang dihasilkan dari pendekatan ini adalah sensitivity 100%, specificity 93% dan accuracy 96%

Kata Kunci : *Retinopati Diabetes, Neural network, Backpropagation, STARE.*

I. PENDAHULUAN

Retinopati diabetes merupakan salah satu komplikasi Diabetes Mellitus (DM) pada mata yang paling banyak menyebabkan kebutaan menetap, terjadinya seiring dengan lamanya menderita DM. Semakin lama DM diderita semakin tinggi kemungkinan terjadinya retinopati. Retinopati diabetes ditandai dengan adanya gangguan pembuluh darah di retina berupa kebocoran, sumbatan dan pada tahap selanjutnya timbul pembuluh darah tidak normal yang sangat rapuh dan menimbulkan pendarahan dengan segala akibat yang merugikan (Siahaan).

Retinopati diabetes tidak bisa dideteksi langsung secara kasat mata karena tanda-tandanya berada dibagian syaraf retina. Tanda-tanda penyakit ini hanya dapat dilihat menggunakan foto fundus tetapi memerlukan waktu yang relatif lama untuk mengetahui hasilnya. Permasalahan tersebut diselesaikan dengan membangun sebuah sistem yang dapat mendeteksi tingkat resiko retinopati diabetes dengan waktu yang relatif cepat.

Sistem deteksi yang dibangun memerlukan sebuah model komputasi untuk mengubah piksel citra retina menjadi suatu ciri retina yang terindifikasi retinopati diabetes. Empat Permasalahan utama pada sistem, yaitu prapengolahan, ekstraksi struktur anatomi, ekstraksi ciri dan teknik klasifikasi.

Prapengolahan berfungsi mempersiapkan citra agar dapat menghasilkan ciri yang lebih baik pada tahap berikutnya. Pada tahap ini sinyal informasi ditonjolkan dan sinyal pengganggu (derau) diminimalisasi (Putra). Prapengolahan menggunakan metode citra keabuan, kontras dan noise

Ekstraksi struktur anatomi eliminasi optik disc, proses ini penting karena optik disc memiliki warna yang sama dengan eksudat. Agar optik disc tidak dianggap sebagai eksudat maka harus dideteksi terlebih dahulu. Tahap-tahap eliminasi optik disc adalah thresholding, dilasi, invert dan perkalian citra.

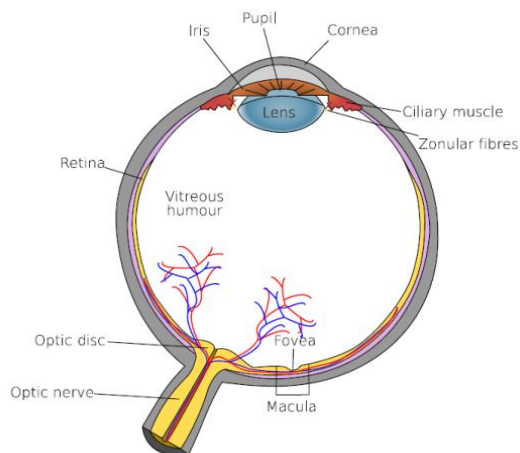
Ekstraksi ciri adalah tahapan untuk memunculkan ciri dan mereduksi dimensi citra dari dimensi tinggi ke dimensi lebih rendah. Teknik ekstraksi yang handal

merupakan kunci utama dalam penyelesaian masalah pengenalan pola (Purnomo dan Muntasa). Metode yang sering digunakan untuk ekstraksi ciri diantaranya adalah Principal Component Analysis (PCA). Metode PCA bertujuan untuk memproyeksikan data pada arah yang memiliki variasi terbesar, yang ditunjukkan oleh vektor eigen yang bersesuaian dengan nilai eigen terbesar dari matriks kovarian. Disamping itu PCA juga bertujuan mereduksi dimensi dengan melakukan transformasi linear dari suatu ruang berdimensi tinggi kedalam ruang berdimensi rendah (Yang J, Zhang, Frangi, dan Yang JY).

Dalam pengenalan sebuah citra, proses klasifikasi sama pentingnya dengan proses ekstraksi ciri. Setelah ciri-ciri penting data atau citra retina dihasilkan pada proses ekstraksi ciri, ciri-ciri tersebut nantinya akan digunakan untuk proses klasifikasi. Metode klasifikasi yang digunakan adalah pengklasifikasi Neural network dengan algoritma backpropagation.

II. KAJIAN LITERATUR

Mata merupakan organ penglihatan yang mendeteksi cahaya. Yang dilakukan mata yang paling sederhana tak lain hanya mengetahui apakah lingkungan sekitarnya adalah terang atau gelap. Mata yang lebih kompleks dipergunakan untuk memberikan pengertian visual. Gambar 2.1 berikut struktur anatomi mata.



Gambar 2.1 Struktur anatomi mata
Sumber : Kauppi 2010

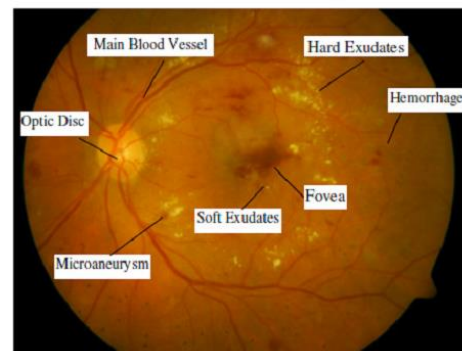
2.1 Retinopati Diabetes

Retinopati diabetes (DR) merupakan salah satu komplikasi penyakit diabetes. Komplikasi tersebut berupa kerusakan pada bagian retina mata yang akan berdampak langsung pada terganggunya penglihatan penderita dan apabila terlambat ditangani akan

menyebabkan penderita mengalami kebutaan permanen.

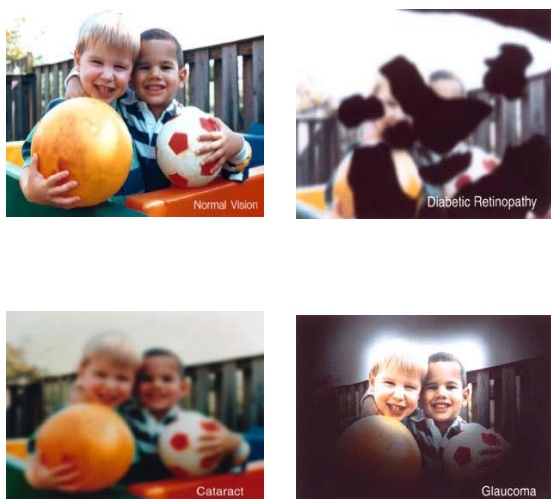
Gejala yang ditunjukkan oleh penderita DR antara lain *mikroaneurysms*, *hemorrhages* *hard exudate* dan *soft exudates*. Gejala-gejala tersebut pada suatu intensitas tertentu dapat menjadi indikator fase (tingkat keparahan) retinopati diabetes. Tingkatan keparahan DR dibagi atas empat kelas yakni : *Normal*, *Non-Proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR)*, *Proliferative Diabetic Retinopathy (PDR)*, dan *Macular Edema (ME)*. (silberman N, Ahrlich K, Fergus R, 2010).

Hard exudate merupakan timbunan lemak berwarna kuning yang dapat menyebabkan pembekuan darah dan pendarahan. *Soft exudates* bercak kapas berwarna kuning karena kerusakan serabut retina. *Microaneurysms* adalah titik merah kecil yang merupakan indikator awal pembekuan darah. Sedangkan *hemorrhages* (pendarahan) adalah bercak merah akibat pendarahan di retina. Ilustrasi keempatan jenis *diabetic retinopathy* dapat dilihat pada gambar 2.2 (Kavitha S, Duraiswamy K)



Gambar 2.2 Berbagai fitur dalam deteksi diabetic retinopati
Sumber : Kavitha S, Duraiswamy K, 2011

Ada beberapa alasan yang dapat menyebabkan penurunan ketajaman visual, gangguan penglihatan dan kebutaan. Dalam penyakit mata diabetes, penyebab gangguan penglihatan di sebagian besar kasus yang berkaitan dengan orang-orang diabetes. Pembuluh darah menyebabkan perubahan mata. Pada bagian ini berkonsentrasi pada penyakit mata diabetes yang mencakup kelompok masalah mata, seperti retinopati diabetes, katarak, galukoma neovaskular dan diabetes neuropati (National Eye institute)..Efek dari penyakit mata diabetes diilustrasikan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pengaruh Diabetes pada penglihatan

Sumber : Kauppi 2010

2.2 Klasifikasi Retinopati Diabetes

Retinopati diabetes dibagi menjadi 3 yaitu :

a. NPDR (*Non Proliferatif Diabetic Retinopathy*)

Karakteristik pada jenis ini adalah ditemukannya mikroaneurisma multiple yang dibentuk oleh kapiler-kapiler yang membentuk kantung-kantung kecil menonjol seperti titik-titik, vena retina mengalami dilatasi dan berkelok-kelok, bercak perdarahan intraretinal (Vaughan DG, Asbury T, dan Eva PR). Perdarahan dapat terjadi pada semua lapisan retina dan berbentuk nyala api karena lokasinya didalam lapisan serat saraf yang berorientasi horizontal. Sedangkan perdarahan bentuk titik-titik atau bercak terletak dilapisan retina yang lebih dalam tempat sel-sel akson berorientasi vertikal (Vaughan DG, Asbury T, dan Eva PR).

Karakteristik NPDR termasuk, mikroaneurisma, area kapiler nonperfusi, *nerve fibre layer infark*, *intraretinal microvascular abnormality* (IRMA), perdarahan *dot* dan *blot* intraretina, edema retina, *hard exudate*, arterior abnormalitas, dilatasi dan *beading vena* retina (Freeman WR).

b. PDR (*Proliferatif Diabetic Retinopathy*)

Disamping itu jaringan neovaskularisasi yang meninggi ini dapat mengalami fibrosis dan membentuk pita-pita fibrovaskular rapat yang menarik retina dan menimbulkan kontraksi terus menerus pada korpus vitreum. Ini dapat menyebabkan pelepasan retina akibat traksi progresif atau apabila terjadi robekan retina, terjadi ablasi retina regmatogenosa. Pelepasan retina dapat didahului atau ditutupi oleh perdarahan korpus vitreum. Apabila kontraksi korpus vitreum telah sempurna dimata tersebut, maka retinopati

proliferatif cenderung masuk ke stadium involusional atau burn-out (Vaughan DG, Asbury T, dan Eva PR).

Gejala Subjektif yang ditemui dapat berupa (Ilyas S).

1. Kesulitan membaca
2. Penglihatan kabur
3. Penglihatan tiba-tiba menurun pada satu mata
4. Melihat lingkaran-lingkaran cahaya
5. Melihat bintang gelap dan cahaya kelap kelip

Gejala objektif yang dapat ditemukan pada retina dapat berupa (Ilyas S).

1. Mikroaneurisma, merupakan penonjolan dinding kapiler terutama daerah vena dengan berupa bintang merah kecil yang terletak dekat pembuluh darah terutama polus posterior.
2. Perdarahan dalam bentuk titik, garis, dan bercak yang biasanya terletak dekat mikroaneurisma di polus posterior.
3. Dilatasi pembuluh darah dengan lumennya ireguler dan berkelok-kelok.
4. Hard exudate merupakan infiltrasi lipid kedalam retina. Gambarnya khusus yaitu ireguler, kekuning-kuningan pada permulaan exudate punggata membesar dan bergabung. Exudate ini dapat muncul dan hilang dalam beberapa minggu.
5. Soft exudate yang sering disebut cotton wool patches merupakan iskemia retina. Pada pemeriksaan optalmoskopi akan terlihat bercak berwarna kuning bersifat difus dan berwarna putih. Biasanya terletak dibagian tepi daerah nonirigasi dan dihubungkan dengan iskemia retina.
6. Pembuluh darah baru (neovaskularisasi) pada retina biasanya terletak dipermukaan jaringan. Tampak sebagai pembuluh yang berkelok-kelok dalam, berkelompok, dan ireguler. Mula-mula terletak pada jaringan retina, kemudian berkembang ke daerah preretinal, ke badan kaca. Pecahnya neovaskularisasi pada daerah-daerah ini dapat menimbulkan perdarahan retina, perdarahan subhialoid (preretinal) maupun perdarahan kaca.
7. Edema retina dengan tanda hilangnya gambaran retina terutama daerah makula sehingga dapat mengganggu tajam penglihatan.

c. Makula Edema (ME)

Manifestasi disbetik makula edema berupa penebalan retina secara fokal atau difus dengan atau tanpa eksudate. Karakteristik edema makula fokal adanya kebocoran fokal dari lesi kapiler spesifik. Edem tersebut berkaitan dengan *ring hard ekudate*. Edema makula difus mempunyai karakteristik dengan kelainan kapiler retina yang luas berhubungan dengan kebocoran yang luas dari kerusakan ekstensif barir darah-retina, dan

sering dengan cystoid makula edema. Edema ini tampak sebagai retina yang menebal dan keruh disertai mikroaneurisma dan eksudat intraretina sehingga terbentuk zona eksudat kuning kaya lemak bentuk bundar disekitar mikroaneurisma dan paling sering berpusat dibagian temporal makula. (Vaughan DG, Asbury T, dan Eva PR).

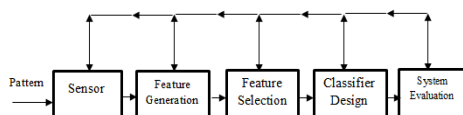
2.3 Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah suatu metode yang digunakan untuk memproses atau memanipulasi citra dalam bentuk 2 dimensi (Rafael gonzalez dan Paul Wintz). Dalam pengolahan citra dapat dilakukan proses operasi untuk memperbaiki, menganalisa, atau mengubah suatu citra. Pengolahan citra dapat dikelompokkan kedalam tiga kategori (Putra) yaitu : kategori rendah, kategori sedang, dan kategori tinggi.

Pertama kategori rendah pada pengolahan citra melibatkan pengolahan sederhana seperti pengurangan derau pada gambar, pengaturan kontras gambar, dan pengaturan ketajaman gambar. Input dan output pada kategori ini keduanya berupa gambar. Kedua kategori sedang meliputi segmentasi pada gambar dan pengenalan objek atau individu. Pada proses segmentasi gambar akan dibagi dalam bentuk objek-objek. Input pada kategori sedang berupa gambar dan output berupa atribut atau fitur citra yang dipisahkan dari citra input, seperti garis atau garis kontur. Ketiga kategori tinggi yaitu meliputi pengolahan yang melibatkan proses pengenalan dan deskripsi pada citra.

2.4 Pattern Recognition

Pengenalan pola pada disiplin ilmu yang bertujuan untuk mengklasifikasikan objek kedalam kategori atau kelas (Sergios theodoridis dan Konstantinos koutroumbas). Objek yang dapat dikenali polanya dapat berupa gambar atau gelombang sinyal pada Gambar 2.1 berikut ini menunjukkan point penting dalam pattern recognition (Christopher M. Bishop).



Gambar 2.4 Tahap dasar sistem klasifikasi
Sumber : Christopher M. Bishop, 1995

Gambar 2.4 menunjukkan bahwa setiap stage saling terhubung dan saling tergantung pada hasil pada tahap

sebelumnya. Anak panah feedback menunjukkan bahwa apabila terjadi kesalahan pada salah satu tahapan akan kembali pada tahap sebelumnya hingga menghasilkan *performance* atau hasil yang sempurna pada setiap tahapan. Hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan sistem kerja tahapan yang ada dapat digabungkan, misalnya *feature selection* dan *classifier design*. Tahap sensor sampai *feature selection* dapat dikatakan sebagai proses awal untuk pengenalan pola.

Pada tahap sensor gambar akan ditangkap oleh kamera yang kemudian data gambar akan diubah menjadi sinyal digital melalui proses digitalisasi. Selanjutnya pada tahap *feature generation* ini gambar atau citra ditransform dalam bentuk set ukuran baru (Sergios theodoridis dan Konstantinos koutroumbas). Atau secara harfiah dapat juga diartikan sebagai perubahan bentuk citra (Putra). Perubahan pada gambar tersebut dapat berupa geometri, perskalaan, perubahan pixel, dan lain sebagainya, Setelah melalui tahap ini dapat diketahui informasi mengenai *feature extraction* yang lebih jelas yang terkandung dalam gambar tersebut.

Gambar yang telah melewati *feature generation* selanjutnya masuk pada tahap *feature selection* gambar akan dipilih seberapa banyak jumlah gambar yang dapat digunakan untuk dilanjutkan pada proses klasifikasi. Pada tahap proses klasifikasi ini gambar akan diklasifikasikan berdasarkan persamaan pola berdasarkan algoritma pengklasifikasian yang telah ditentukan. Dan pada tahap akhir *evaluation system*, algoritma yang digunakan untuk klasifikasi dianalisa *classification error rate* yaitu seberapa banyak error rata-rata yang terjadi pada proses pengklasifikasian sebelumnya.

2.5 Neural network

Neural Network (NN) atau Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah suatu usaha untuk meniru fungsi otak manusia. Otak manusia diyakini terdiri dari jutaan unit pengolahan kecil, yang disebut neuron, yang bekerja secara paralel. Neuron saling terhubung satu sama lain melalui koneksi neuron. setiap individu neuron mengambil input dari satu set neuron. Ini kemudian memproses input tersebut dan melewati output untuk satu set neuron. Keluaran dikumpulkan oleh neuron lain untuk diproses lebih lanjut. Para Otak manusia adalah jaringan kompleks neuron di mana koneksi tetap melanggar dan membentuk. Banyak model mirip dengan otak manusia telah diusulkan. (Shukla, Tiwari, & Kala).

Neural network terdiri dari kumpulan node (*neuron*) dan relasi. Ada tiga tipe node (*neuron*) yaitu, *input*, *hidden* dan *output*. Setiap relasi menghubungkan dua buah node dengan bobot tertentu dan juga terdapat arah yang menunjukkan aliran data dalam proses (Kusrini & Luthfi).

Input node terdapat pada *layer* pertama dalam *neural network*. Secara umum setiap input node merepresentasikan sebuah input parameter seperti umur, jenis kelamin, atau pendapatan. *Hidden node* merupakan node yang terdapat di bagian tengah. *Hidden node* ini menerima masukan dari input node pada *layer* pertama atau dari *hidden node* dari *layer* sebelumnya. *Hidden node* mengombinasikan semua masukan berdasarkan bobot dari relasi yang terhubung, mengkalkulasikan, dan memberikan keluaran untuk *layer* berikutnya. *Output node* mempresentasikan atribut yang diprediksi (Kusrini & Luthfi).

2.6 Algoritma Backpropagation

Algoritma pelatihan *backpropagation* atau ada yang menterjemahkan menjadi propagasi balik pertama kali dirumuskan oleh Paul Werbos pada tahun 1974 dan dipopulerkan oleh Rumelhart bersama McClelland untuk dipakai pada *neural network*. Metode *backpropagation* pada awalnya dirancang untuk *neural network feedforward*, tetapi pada perkembangannya, metode ini diadaptasi untuk pembelajaran pada model *neural network* lainnya (Astuti).

Algoritma *backpropagation* mempunyai pengatuaran hubungan yang sangat sederhana yaitu: jika keluaran memberikan hasil yang salah, maka penimbang (*weight*) dikoreksi supaya galatnya dapat diperkecil dan respon jaringan selanjutnya diharapkan akan mendekati nilai yang benar. Algoritma ini juga berkemampuan untuk memperbaiki penimbang pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*) (Purnomo & Kurniawan).

2.7 Principal Component Analysis (PCA)

Principal Component Analysis (PCA) merupakan salah satu hasil berharga dari aljabar linear terapan. PCA banyak digunakan di berbagai bentuk analisis dari *neuroscience* sampai komputasi karena metode ini sangat sederhana dalam mendapatkan informasi penting dari data-data yang rumit sehingga dinilai lebih efisien. Tujuan dari PCA adalah menghitung basis yang paling berarti untuk merepresentasikan kembali sekumpulan data yang mengandung derau. Harapannya

adalah basis baru ini akan menyaring derau dan struktur yang tersembunyi dalam data tersebut.

Prosedur PCA pada dasarnya adalah bertujuan untuk menyederhanakan variabel yang diamati dengan cara menyusutkan (mereduksi) dimensinya. Hal ini dilakukan dengan cara menghilangkan korelasi diantara variabel bebas melalui transformasi variabel bebas asal ke variabel baru yang tidak berkorelasi sama sekali tanpa menghilangkan informasi penting yang ada di dalamnya atau yang biasa disebut dengan *principal component*.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

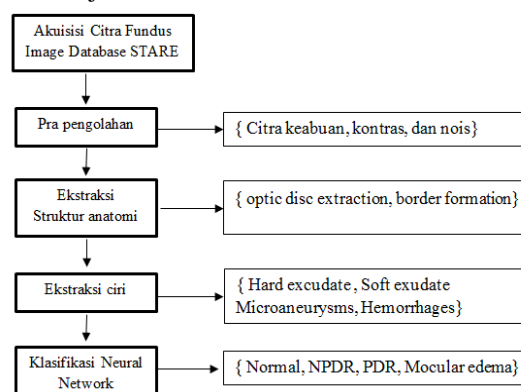
Dalam pengumpulan data terdapat sumber data, sumber data yang terhimpun langsung oleh peneliti disebut dengan sumber primer, sedangkan apabila melalui tangan kedua disebut sumber sekunder (Riduan). Data yang diperoleh adalah data sekunder karena diperoleh dari STARE (Structured Analysis of the Retina). Pada Penelitian ini jumlah gambar fundus retina ada 279 gambar berextension file jpg.

3.2 Pengolahan Data Awal

Tujuan utama dari preprocessing citra adalah untuk meningkatkan kualitas citra yang dihasilkan dapat memberikan informasi yang jelas bagi manusia sehingga memudahkan dalam melakukan interpretasi atas suatu citra (kuivaleinen). Dalam Penelitian ini digunakan dua teknik preprocessing sebagai berikut:

3.3 Metode yang diusulkan

Pada tahap modeling ini dilakukan pemrosesan data training sehingga akan membahas metode algoritma yang diujikan dengan memasukkan data fundus retina kemudian dianalisa dan dikomparasi. Berikut ini bentuk gambaran metode algoritma yang akan diuji.



Gambar 3.1 Arsitektur sistem klasifikasi retinopati diabetes

3.4 Eksperimen dan pengujian metode

Untuk memilih arsitektur neural network yang tepat, agar menghasilkan nilai akurasi dan nilai AUC yang terbesar, diperlukan pengaturan (*adjustment*) untuk parameter-parameter neural network. Berikut ini adalah parameter-parameter yang membutuhkan *adjustment* :

1. *Training cycle*, *learning rate*, dan *momentum*.

Training cycle adalah jumlah perulangan training yang perlu dilakukan untuk mendapatkan error yang terkecil, Nilai *training cycle* bervariasi mulai dari 1 sampai dengan tak terhingga.

Learning rate adalah variabel yang digunakan oleh algoritma pembelajaran untuk menentukan bobot dari neuron (K & Deepa). Nilai yang besar menyebabkan pembelajaran lebih cepat tetapi ada osilasi bobot, sedangkan nilai yang kecil menyebabkan pembelajaran lebih lambat. Nilai *learning rate* harus berupa angka positif kurang dari 1.

Momentum digunakan untuk meningkatkan *covergence*, mempercepat waktu pembelajaran dan mengurangi osilasi. Nilai *momentum* bervariasi dari 0 ke 1.

2. *Hidden layer*

Ada dua masalah dalam pengaturan *hidden layer*, yaitu penentuan jumlah *hidden layer* dan penentuan *size* atau jumlah neuron dari *hidden layer*. Saat ini tidak ada alasan teoritis untuk menggunakan neural network dengan lebih dari dua *hidden layer*. Bahkan, untuk banyak masalah praktis, tidak ada alasan untuk menggunakan lebih dari satu *hidden layer* (K & Deepa).

Penentuan jumlah neuron yang terlalu sedikit akan mengakibatkan *underfitting*, yaitu jaringan kurang dapat mendeteksi sinyal atau pola dalam set data. Jumlah neuron yang terlalu banyak akan mengakibatkan *overfitting*, yaitu jumlah informasi dalam *training* yang terbatas, tidak cukup untuk melatih semua neuron dalam *hidden layer*.

3. Arsitektur Neural network

Arsitektur neural network tersusun dari tiga buah lapisan (*layer*), yaitu *input*, *hidden layer*, dan *output*. *Hidden layer* terletak diantara *input* dan *output*.

3.5. Evaluasi dan validasi hasil

Model yang diusulkan pada penelitian klasifikasi retinopati diabetes adalah dengan menerapkan neural network dengan algoritma backpropagation dan PCA (*Principal Component Analysis*). Sistem ini akan menerima masukan berupa file gambar berformat jpg yang kemudian akan dilakukan dua tahapan, yakni tahap pelatihan dan pengujian.

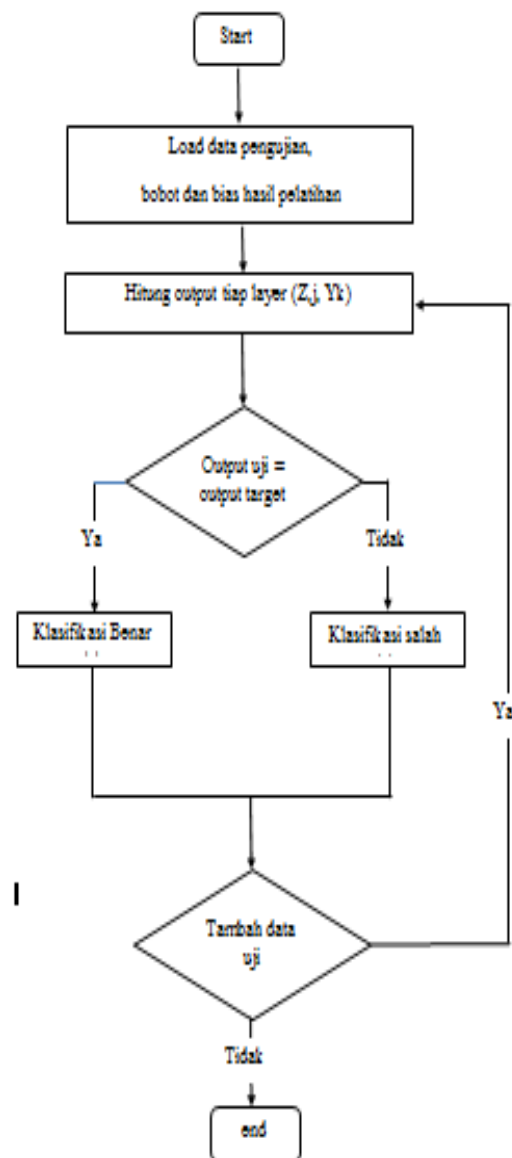
Pada proses pelatihan sistem dilatih untuk menerima masukan berupa citra retina yang dikelompokkan dari basisdata STARE (*Strukture Analysis Retina*), kemudian diubah menjadi citra

keabuan agar lebih mudah diproses selanjutnya, lalu akan diekstraksi ciri oleh PCA. Hasil ekstraksi ciri ini akan diproses oleh neural network dengan algoritma backpropagation dan yang terakhir menjadi data latih dengan target output seperti pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Target output Neural network

Kelas	Target
Normal	0
NPDR	0.25
PDR	0.5
ME	1

Proses pengujian neural network dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem yang dibangun. Algoritma pengujian neural network mengikuti flowchart seperti gambar 3.2

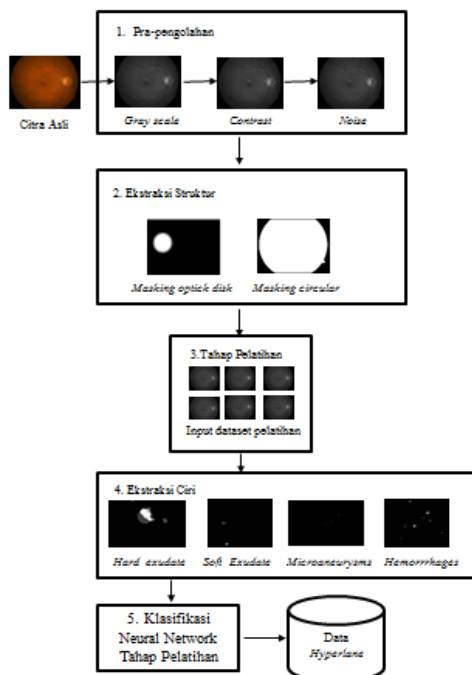


Gambar 3.2 Pengujian Neural Network
Sumber : Myatt, 2007

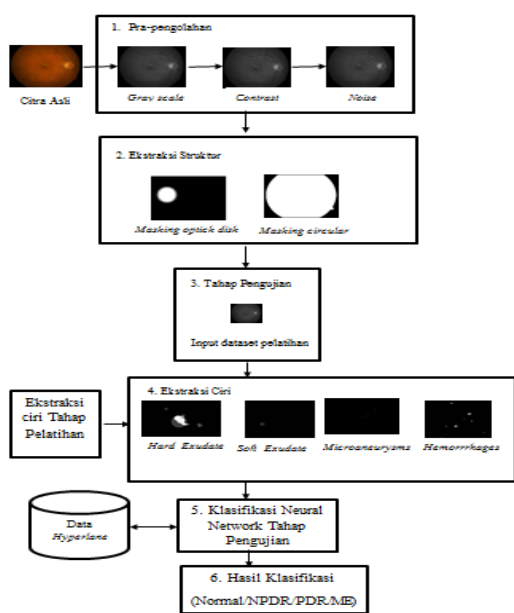
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan dengan melatih neural network secara berulang-ulang untuk mendapatkan bobot-bobot jaringan yang optimal sehingga dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan klasifikasi. Data yang digunakan dalam penelitian ini dari database STARE (*Structured Analysis of the Retina*) yang berjumlah 279 citra terbagi atas dua kelompok data yakni :

1. Data pelatihan terdiri dari 100 citra retina
2. Data pengujian terdiri dari 75 citra retina



Gambar 4.1 Tahapan proses pelatihan Klasifikasi retinopati diabetes

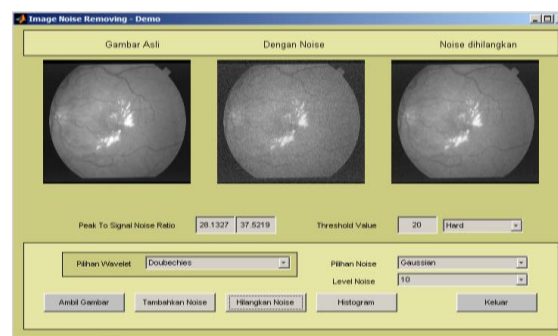


Gambar 4.2 Tahapan proses pengujian Klasifikasi retinopati diabetes

Hasil Pengujian yang diperoleh digunakan untuk menghitung sensitivitas, spesivitas, dan akurasi berdasarkan persamaan yang dilakukan pada penelitian sebelumnya (R. Priya dan P. Aruna).

4.1 Implementasi GUI Matlab

Pada penelitian ini penulis merancang pengolahan citra keabuan, kontras, noise dan juga menampilkan histogram wavelet menggunakan GUI matlab.



Gambar 4.3 Simulasi pengolahan citra pada matlab

4.1.1 Penetapan Masukan

Gejala-gejala yang digunakan untuk mengklasifikasi retinopati diabetes tersebut sebanyak 4 buah gejala penyakit retinopati diabetes, selanjutnya adalah menentukan nilai-nilai dari masing-masing gejala. Nilai terhadap variabel ditentukan antara 0 sampai dengan 1, disesuaikan dengan kasus dari masing-masing gejala. Berdasarkan Pembatasan nilai variable adalah maximal bernilai 1 dan setiap gejala terdiri dari 4, maka selisih diantara setiap variabel yaitu 0,25.

Tabel 4.1 Tabel Variabel dan nilai-nilai dari gejala-gejala retinopati diabetes.

Gejala – Gejala	Variabel	Nilai
Hard Exudate	Tidak	0
	Ringan	0,25
	Sedang	0,5
	Berat	1
Soft Exudate	Tidak	0
	Ringan	0,25
	Sedang	0,5
	Berat	1
Microaneurysms	Tidak	0
	Ringan	0,25
	Sedang	0,5
	Berat	1
Hemorrhages	Tidak	0
	Ringan	0,25
	Sedang	0,5
	Berat	1

4.1.2 Penetapan Keluaran

Selanjutnya keluaran yang akan dihasilkan adalah Klasifikasi retinopati diabetes yaitu Normal, NPDR, PDR, Macular Edema (ME). Tabel 4.5 berikut adalah nilai target keluaran.

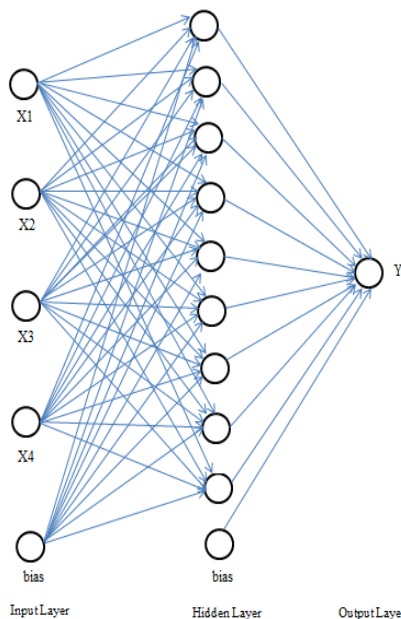
Tabel 4.2 Nilai Target Keluaran

Nomor	Nilai	Klasifikasi Retinopati Diabetes
1	0	Normal
2	0,1 - 0,625	NPDR
3	0,63 - 0,8125	PDR
4	0,82 - 1	ME

4.1.3 Konfigurasi Jaringan

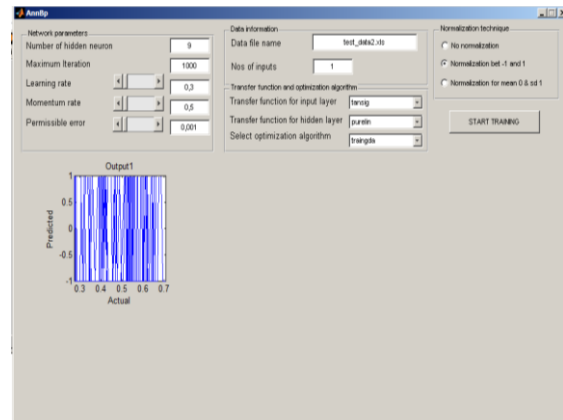
Konfigurasi jaringan pada neural network ini dibuat untuk mendapatkan hasil klasifikasi yang baik. Sehingga sistem tersebut dapat diaplikasikan. Tabel 4.6 dibawah ini adalah tabel konfigurasi dari sistem yang akan dibuat.

Parameter neural network yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :
 Learning rate (α) = 0,8.
 Momentum (μ) = 0,5.
 Jumlah lapisan tersembunyi = 1 lapis.
 Jumlah neuron dalam lapis tersembunyi = 9.
 Batas toleransi error = 0,001.

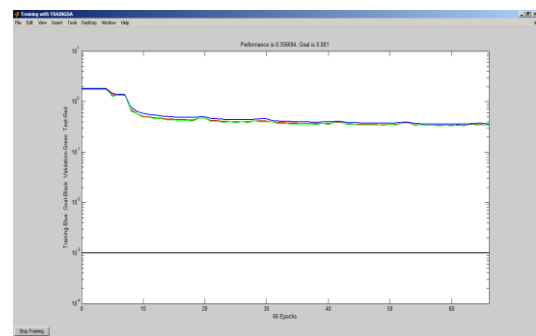


Gambar 4.4 Arsitektur Neural Network

Penentuan arsitektur neural network pada gambar diatas adalah merupakan hasil perhitungan dari Aplikasi GUI ANN Backpropagation pada gambar 4.7 dan pada gambar 4.5 Tampilan hasil berbentuk grafik.



Gambar 4.5 Tampilan GUI ANN Bacpropagation



Gambar 4.6 Tampilan Hasil ANN Backpropagation

Tabel 4.3 Hasil Pengujian

Kelas	Data Latih	Data Uji	Klasifikasi		Klasifikasi (%)
			Benar	Salah	
Normal	10	5	5	0	100
NPDR	65	56	54	2	96,42
PDR	15	8	7	1	87,5
ME	10	6	6	0	100

$$\text{Sensitivity} = \frac{TP}{TP+FN} = \frac{11}{11+0} = 1,00$$

$$\text{Specivicity} = \frac{TN}{TN+FP} = \frac{61}{61+3} = 0,95$$

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} = \frac{11+61}{11+61+3+0} = 0,96$$

TP (*True Positive*) adalah citra abnormal yang berhasil dideteksi sebagai abnormal oleh sistem, FN (*False Negative*) adalah citra normal yang dideteksi sebagai abnormal oleh sistem, TN (*True Negative*) adalah citra normal dideteksi normal oleh sistem, FP (*False Positive*) adalah citra abnormal dideteksi sebagai citra normal oleh sistem.

Tabel 4.4 Sensitivity, Specificity, dan Accuracy

Sensitivity	Specificity	Accuracy
100%	95%	96%

Hasil pengujian akurasi kinerja neural network backpropagation menggunakan ekstraksi ciri PCA (Principal Component Analysis) ditunjukkan pada tabel 4.3 dan 4.4 menunjukkan hasil sensitivity, specificity, dan accuracy, untuk empat fase citra retina menggunakan klasifikasi Neural network backpropagation. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi kelas Normal 100%, PDR dengan akurasi 87,5%, sedangkan kelas NPDR akurasinya 96,42% dan ME akurasinya 100%. Sensitivitas dari sistem mencapai 100% dan spesivitas dari sistem mencapai 95%. Akurasi dari sistem adalah 96%.

V. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian model dengan menggunakan neural network dengan algoritma backpropagation dengan menggunakan data sekunder dari STARE (Structured Analysis of the Retina). Untuk menentukan klasifikasi retinopati diabetesnya berdasarkan gejala-gejala yang ada berupa hard exudate, soft exudate, microaneurysms dan hemorrhages dan itu yang membedakan penelitian ini dengan sebelumnya. Metode neural network dengan algoritma backpropagation mampu melakukan klasifikasi terhadap citra retinopati diabetes pada kelas normal, *Non-Proliferative Diabetic Retinopathy* (NPDR), *Proliferative Diabetic Retinopathy* (PDR), dan *Macular Edema* (ME).

Pendekatan klasifikasi yang dilakukan dalam penelitian ini dapat melakukan klasifikasi dengan hasil *sensitivity* 100%, *specificity* 93%, dan akurasi 95,83%. Dengan demikian dari hasil pengujian model diatas dapat disimpulkan bahwa neural network dengan algoritma backpropagation memberikan pemecahan untuk permasalahan klasifikasi retinopati diabetes lebih akurat.

REFERENSI

Astuti, E. D. Pengantar Jaringan Saraf Tiruan. wonosobo: Star Publishing, 2009.

Bishop, Christopher M. Neural Network for Pettern Recognition. Birmingham: Clarendon Press , 1995.

Dillak, Rocky yefrenes,. dan Harjoko, Agus. Klasifikasi Fase Retinopati Diabetes Menggunakan Backpropagation Neural Network. Yoyakarta: UGM Yoyakarta, 2011.

Doni sihotang, Martini ganontowe bintiri, Rocky yefrenes dillak dan Yoshua sir,. Klasifikasi Citra Diabetic Retinopathy Menggunakan 3D-GLCM Projection. Yogyakarta: Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI), 2012.

Hoover, A, and Goldbaum, M. Locating the optic nerve in a retinal image using the fuzzy convergence of the Blood Vessel. IEEE Transaction on medical imaging, vol. 19 no. 3, pp. 203 - 210. Reseach : <http://www.ces.clemson.edu/~ahoover/stare.> , 2000.

Hoover, A., Kouznetsova, V., and Goldbaum, M. Locating Blood Vessel in Retinal Images by Place-wise Threhsold Probing of a Matched Filter Response. IEEE Transaction on medical imaging , vol. 19 no. 3, pp. 203 - 210. Reseach : <http://www.ces.clemson.edu/~ahoover/stare.> \, 2000.

K, G. S., & Deepa, D. S. Analysis of Computing Algorithm using Momentum in Neural Networks. Journal of computing volume 3, issue 6 , 163- 166., 2011.

Kauppi, Tommi. Eye Fundus Image Analysis For Automatic Detection Of Diabetic Retinopathy. Finlandia: Lappeenranta University of Technology, 2010.

Kavitha S, Duraiswamy K. Automatic Detection of Hard and Soft Exudates in SCAN VOL. VII NOMOR 3 ISSN : 1978-0087 20 Fundus Images Using Color Histogram Thresholding. European Journal of Scientific Research Vol.48 No.3, pp.493-504, 2011.

Kuivaleinen, M. Retinal Image Analysis Using Machinde Vision. Lappeenranta: Tesis, Departemen of Information Technology, Lappeenranta University of Technology, 2005.

Myatt, G. J. Making Sense of Data A Practical Guide to Exploratory Data Analysis and Data Mining. New Jersey: A John Wiley & Sons, inc., publication., 2007.

National Eye Institute, National Institutes of Health. Available online at: <http://www.nei.nih.gov/>. [referred 19.1.2010]., t.thn.

Priya, R., Aruna, P. Review of Automated Diagnosis Of Diabetic Retinopathy using The Support

Vector Machine. International Journal of Applied Engineering Research, No. 4, Vol. 1, 844-863., 2010.

Purnomo, H. Mauridhi dan A. Muntasa. Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi fitur. Yogyakarta: Edisi Pertama. Graha Ilmu, 2010.

Purnomo, M. H., & Kurniawan, A. Supervised Neural Network. Suarabaya: Garaha Ilmu, 2006.

Putra, D. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta: Andi Offset, 2010.

Riduan. Dasar-dasar statistika. Bandung: Alfa Beta, 2008.

S, Ilyas. Ilmu Penyakit Mata. Jakarta: Edisi 2, FK UI hal.224-227, 2003.

Shukla, A., Tiwari, R., & Kala, R. Real Life Application of Soft Computing. CRC Press, 2010.

Siahaan, Rodeo Valentino. Prevalensi Retinopati Diabetik di RSUP H. Adam Malik. 2010.

Silberman N, Ahrlich K, Fergus R. Case for Automated Detection of Diabetic Retinopathy. Proceedings of the Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), 2010.

Theodoridis, Sergios. and Koutroumbas, Konstantinos. Pattern Recognition Third Edition. San Diego: Third Edition ed. San Diego, USA: Elsevier (USA), 2006.

Vaughan DG, Asbury T, dan Eva PR,. Oftalmologi Umum. Jakarta: Edisi 14, Widya Medika hal.211-214, 2000.

WR, Freeman. Practical Atlas of Retinal Disease and Therapy. Hongkong: Lippincott-Raven page 119-213, 1998.

YANG, J., ZHANG, D., FRANGI, A. F., AND YANG, J. Y. TWO DIMENSIONAL PCA : A NEW APPROACH TO APPERANCE-BASED FACE REPRESENTATION AND RECOGNITION. IEEE TRANSACTION PATTERN ANALYSIS MACHINE INTELLIGENCE 26 (1), 131-137, 2004.

BIODATA PENULIS



Hafdiarsya Saiyar, ST, M.Kom. Jakarta 07 April 1983. Tahun 2005 Lulus dari Program Strata Satu (S1) Jurusan Teknologi Informatika Universitas Muhammadiyah Prof.DR HAMKA Jakarta. Tahun 2015 Lulus dari Program Strata Dua (S2) Jurusan Magister Ilmu Komputer STMIK Nusa Mandiri Jakarta