

DETEKSI KONDISI ORGAN PANKREAS MELALUI IRIS MATA MENGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN METODE PERAMBATAN BALIK DENGAN PENCIRIAN MATRIKS KO-OKURENSI ARAS KEABUAN

Ardianto Eskaprianda¹⁾, R. Rizal Isnanto²⁾, Imam Santoso²⁾

Abstract

Iridology is the study of iris structure as a reflection of the organ condition and systems in the body. In this study, the organ which detected is pancreas. To determine the condition of the pancreas through the iris, texture analysis and classification process to distinguish the iris of the eye that contains the condition of normal and abnormal pancreas is needed. The purpose of this study was to detect the condition of the pancreas through the iris using artificial backpropagation neural network with the gray level co-occurrence matrices (GLCM) characteristics.

Application for the detection of pancreas conditions was made using Matlab version 7.6 (R2008a). Inputs, which used in the study of the eye image, obtained from expert iridologist with both normal and abnormal conditions of the pancreas. The image is then carried out with iris localization process, ROI-making organ of the pancreas, and GLCM feature extraction. Results of feature extraction is used as input data (training data and test data) for the artificial backpropagation neural network method is then used to diagnose pancreatic organ conditions, ie normal or abnormal.

GLCM features extraction based on testing for each characteristic texture are average, contrast, correlation, energy, entropy, and homogeneity for the group of normal training data which are valued of 3,217389, 0,233666, 0,632259, 0,575947, 1,379171, and 0,888469 respectively, while for the group of abnormal training data are 0,960503, 0,476226, 0,765723, 0,412549, 2,145339, and 0,824047 respectively. Based on the results of the testing training data, the program can make the correct diagnosis on the incoming data with a success percentage of 95,8%. While based on test results of test data, the program can make the correct diagnosis on the incoming data with a success percentage of 75%.

Keywords: iridology, pancreas, GLCM, artificial neural network, backpropagation.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, penelitian yang berhubungan dengan iris mata masih sebatas hanya untuk identifikasi atau pengenalan (biometrik), padahal melalui iris mata dapat diketahui kondisi organ atau tingkat kesehatan dari seseorang berdasarkan iridologi. Iridologi merupakan suatu ilmu yang mempelajari tanda-tanda yang terdapat pada struktur jaringan iris mata sebagai refleksi kondisi dan berbagai organ tubuh dan sistem yang ada di dalam tubuh. Untuk melakukan ekstraksi ciri, metode yang digunakan adalah Matriks Kookurensi Aras Keabuan (*Grey Level Co-occurrence Matrices* - GLCM). Hasil dari perhitungan ciri tersebut kemudian dijadikan masukan jaringan syaraf tiruan.

Dalam Tugas Akhir ini digunakan JST metode Perambatan Balik. Dalam JST ini akan dilakukan proses klasifikasi untuk iris mata yang mengandung pankreas yang normal dan tidak normal

1.2 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah membuat suatu aplikasi yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi dari organ pankreas manusia melalui iris mata menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Perambatan balik dan ekstraksi ciri metode Matriks Ko-Okurensi Aras Keabuan (GLCM).

1.3 Batasan Masalah

Tugas Akhir ini membatasi masalah sebagai berikut :

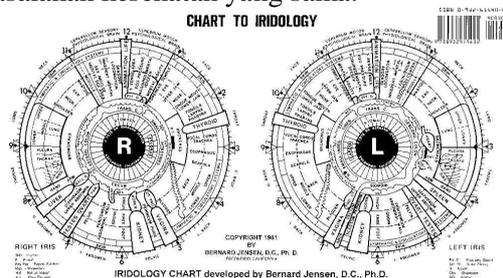
1) Input citra bersifat *offline*.

- 2) Metode ekstraksi ciri yang digunakan adalah metode GLCM dan menggunakan enam ciri statistik yaitu momen angular kedua atau energi, entropi, kontras, homogenitas, korelasi, dan merata.
- 3) Masalah difokuskan pada kondisi organ pankreas manusia berdasar pada peta mata (*iridology chart*) yang dikembangkan oleh Bernard Jensen.
- 4) Fungsi perhitungan galat (*error*) Jaringan Syaraf Tiruan metode Perambatan Balik yang digunakan dalam penelitian ini adalah MSE (*Mean Square Error*) dan fungsi pelatihan jaringannya menggunakan metode Penurunan Gradien dengan Momentum (*traingdm*).

II. LANDASAN TEORI

2.1 Iridologi

Iridologi (Inggris: *Iridology*) adalah ilmu yang mempelajari pola dan susunan serat pada iris mata. Melalui pengamatan dan observasi secara empiris ini, para ahli iridologi mendapati adanya pola-pola yang beraturan, yang mengindikasikan adanya kelemahan fisik dalam diri seseorang, karena orang-orang yang memiliki pola iris mata sama ternyata mengalami permasalahan kesehatan yang sama.



Gambar 1. Peta mata.

1) Mahasiswa Teknik Elektro UNDIP
2) Dosen Teknik Elektro UNDIP

2.2 Ekstraksi Ciri Menggunakan Matriks Kookurensi Aras Keabuan (Gray Level Co-occurrence Matrices - GLCM)

GLCM diperoleh dengan menghitung probabilitas hubungan ketetanggaan antara dua piksel pada jarak dan orientasi sudut tertentu.

Langkah-langkah untuk membuat GLCM adalah sebagai berikut : 1) Membuat area kerja matriks, 2) Menentukan hubungan spasial piksel referensi dengan piksel tetangga, 3) Menghitung jumlah kookurensi dan mengisikannya pada area kerja, 4) Menjumlahkan matriks kookurensi dengan transposenya untuk menjadikannya simetris, dan 5) Normalisasi matriks.

Setelah memperoleh matriks kookurensi tersebut, dapat dihitung ciri statistik yang merepresentasikan citra yang diamati. Ciri atau fitur statistik GLCM antara lain sebagai berikut.

a) Momen Angular Kedua (*Angular Second Moment*)

ASM dan Energi menyatakan ukuran konsentrasi pasangan dengan intensitas keabuan tertentu pada matriks.

$$ASM = \sum_i \sum_j p_d^2(i, j) \quad Energy = \sqrt{ASM}$$

b) Kontras (*Contrast*)

Menunjukkan ukuran penyebaran (momen inersia) elemen-elemen matriks citra.

$$Con = \sum_i \sum_j (i - j)^2 p_d(i, j)$$

c) Korelasi (*Correlation*)

Menunjukkan ukuran ketergantungan linear derajat keabuan citra.

$$Cor = \frac{\sum_i \sum_j ij p_d(i, j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y}$$

d) Rerata (*Mean*)

Mean adalah rata-rata dari suatu sebaran nilai intensitas citra keabuan.

$$\mu_i = \sum_{i,j=0}^{N-1} i(p_{i,j}); \quad \mu_j = \sum_{i,j=0}^{N-1} j(p_{i,j})$$

e) Momen Selisih Terbalik (*Inverse Different Moment*)

Disebut juga homogenitas. Menunjukkan kehomogenan citra yang berderajat keabuan sejenis.

$$IDM = \sum_i \sum_j \frac{1}{1 + (i - j)^2} p_d(i, j)$$

f) Entropi (*Entropy*)

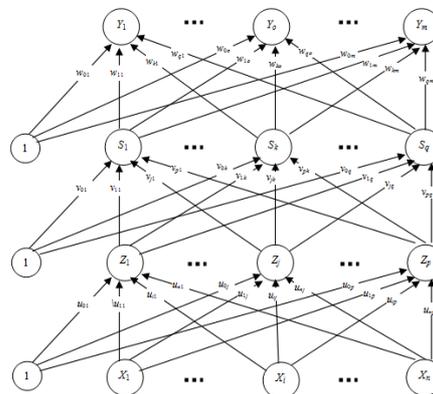
Menunjukkan ukuran ketidakteraturan bentuk.

$$En = -\sum_i \sum_j p_d(i, j) \log(p_d(i, j))$$

2.3 Jaringan Syaraf Tiruan Metode Perambatan balik

1. Arsitektur Metode Perambatan Balik

Arsitektur jaringan syaraf tiruan metode perambatan balik memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih lapisan tersembunyi.



Gambar 2. Jaringan syaraf tiruan metode perambatan balik dengan dua lapisan tersembunyi

2. Fungsi Aktivasi

Dalam metode perambatan balik, fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi beberapa syarat yaitu kontinu, terdiferensial dengan mudah dan merupakan fungsi yang tidak turun.

a) Sigmoid Biner (*Log-Sigmoid*)

Fungsi aktivasi sigmoid biner memetakan nilai input $0 \leq n \leq \infty$ menjadi $0 \leq a \leq 1$.

b) Sigmoid Bipolar (*Tan-Sigmoid*)

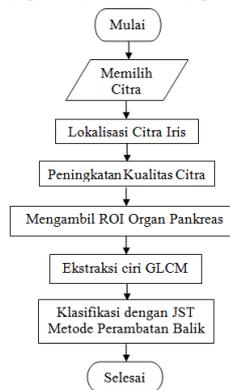
Fungsi aktivasi sigmoid bipolar memetakan nilai input $-\infty \leq n \leq \infty$ menjadi $-1 \leq a \leq 1$.

c) Identitas (*purelin*)

3. Algoritma Metode Perambatan Balik

Secara umum pelatihan sebuah jaringan metode perambatan balik terdiri atas tiga langkah, yaitu : 1)Pelatihan pola masukan secara umpan maju, 2)Perhitungan dan propagasi balik dari kumpulan kesalahan (*galat/error*), dan 3)Penyesuaian bobot.

III. PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK



Gambar 3. Diagram alir program utama.

3.1 Memilih Citra Masukan

Proses yang pertama kali dilakukan dalam perangkat lunak ini adalah memilih citra masukan.

3.2 Lokalisasi Citra Iris Mata

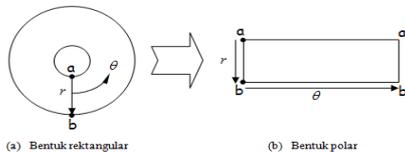
Sebelum dapat digunakan untuk proses pengolahan citra lebih lanjut, bagian iris dipisahkan dari citra mata terlebih dahulu melalui proses lokalisasi citra iris mata, karena citra yang akan diolah adalah citra irisnya saja.

3.3 Peningkatan Kualitas Citra

Hasil dari lokalisasi citra iris tersebut masih memiliki tingkat kekontrasan yang rendah dan detail pada serabut iris mata masih kurang jelas sehingga akurasi yang dihasilkan kurang baik. Oleh karena itu, citra iris mata tersebut ditingkatkan kontrasnya menggunakan Ekualisasi Histogram Adaptif (*Adaptive Histogram Equalization*). Cara ini bertujuan untuk mendapatkan citra dengan kontras yang baik namun tidak akan merusak kualitas citra secara keseluruhan.

3.4 Pengambilan *Region of Interest* (ROI) Organ Pankreas

Pupil adalah bagian mata yang bertugas mengatur banyak sedikitnya cahaya yang masuk ke dalam mata. Oleh karena itu, diameternya pun berubah-ubah sesuai dengan cahaya yang masuk. Untuk mengatasi masalah ini, citra pupil dan iris mata yang berbentuk lingkaran diubah menjadi bentuk polar (r, θ) dengan ukuran yang tetap.



Gambar 4. Proses pengubahan ke bentuk polar

$$r^2 = (x-a)^2 + (y-b)^2 ; x = r \cos \theta + a ; y = r \sin \theta + b$$

Pada citra polar yang berukuran 125×650 piksel ini, ditentukan bahwa titik koordinat awal yang berhubungan dengan organ pankreas terletak pada piksel (575,10) dengan tinggi dan lebar piksel sebesar 40 piksel.

3.5 Ekstraksi Ciri dengan GLCM

Setelah diperoleh citra ROI, matriks GLCM dihitung. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai-nilai dari matriks GLCM untuk memperoleh fitur-fitur GLCM.

3.6 Klasifikasi dengan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Perambatan Balik

Setelah melalui proses ekstraksi ciri, selanjutnya data yang diperoleh dimasukkan ke dalam jaringan syaraf tiruan metode perambatan balik.

Tabel 1. Rancangan jaringan syaraf tiruan

| | Jumlah | Keterangan |
|--------------------------|--------|---|
| Lapisan (<i>layer</i>) | 4 | Terdiri dari 1 lapis masukan, 2 lapis tersembunyi, dan 1 lapis keluaran |
| Masukan | 6 | Berupa data hasil ekstraksi ciri GLCM |
| Keluaran | 2 | Berupa kode referensi yaitu [0 1] untuk kondisi pankreas normal dan [1 0] untuk kondisi pankreas abnormal |
| Fungsi Aktivasi | 3 | Penelitian ini menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner, sigmoid bipolar dan identitas |

1. Proses Pelatihan

Setelah data dimasukkan, langkah selanjutnya adalah pembentukan jaringan dengan perintah sebagai berikut.

```
net = newff(P,T,[S1 S2...S(N-1)],{TF1
TF2...TFN1},BTF,BLF)
```

Untuk penentuan fungsi aktivasi juga ditentukan dengan cara eksperimen. Dalam penelitian ini, terdapat 6 variabel fungsi aktivasi, antara lain logsig-logsig, logsig-tansig, tansig-logsig, tansig-tansig, purelin-logsig, dan purelin-tansig.

2. Proses Pengenalan

Setelah dilatih maka selanjutnya dilakukan proses pengenalan dengan menggunakan masukan ekstraksi ciri dari data latih dan data uji. Setelah diuji akan diperoleh nilai keluaran Y1 dan Y2. Target yang digunakan pada proses pelatihan adalah [0 1] untuk kondisi pankreas normal, yang berarti nilai Y1 = 0 dan Y2 = 1, serta [1 0] untuk kondisi pankreas abnormal.

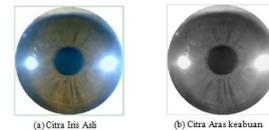
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Citra yang Diuji

Citra yang digunakan pada proses simulasi program ini berupa citra mata yang berasal dari 16 individu yang masing-masing citra memiliki ukuran 640×480 piksel dalam bentuk citra berwarna. Dari 16 citra mata tersebut, 8 diantaranya digunakan sebagai citra latih sedangkan 8 diantaranya digunakan sebagai citra uji.

4.2 Pengubahan Citra menjadi Aras Keabuan

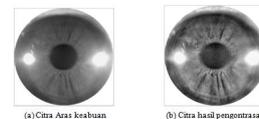
Dengan mengubah citra RGB menjadi citra aras keabuan. Dengan demikian jumlah perhitungan yang diperlukan dapat direduksi.



Gambar 5. Mengubah citra menjadi aras keabuan

4.3 Pengontrasan Citra Aras Keabuan dengan Ekualisasi Histogram

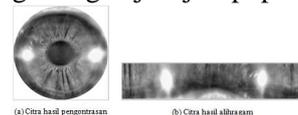
Melalui proses pengontrasan, akan diperoleh citra dengan histogram yang merata pada setiap tingkatan aras keabuan, sehingga detail pada serabut iris menjadi semakin jelas.



Gambar 6. Citra hasil pengontrasan dengan ekualisasi histogram

4.4 Alihragam Citra ke Koordinat Polar

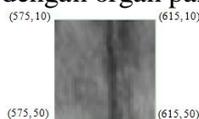
Pada proses ini citra iris menjadi tidak berbentuk lingkaran dengan diameter r , tetapi diubah menjadi citra persegi panjang dengan panjang adalah sudut θ dengan $0 \leq \theta \leq 360$ derajat, dan lebarnya adalah jari-jari iris dikurangi dengan jari-jari pupil.



Gambar 7. Citra iris dalam koordinat polar

4.5 Pengambilan ROI Organ Pankreas

Sebelum dilakukan proses ekstraksi ciri, terlebih dahulu dilakukan pengambilan ROI pada citra polar yang berhubungan dengan organ pankreas.



Gambar 8. Citra ROI organ pankreas

4.6 Ekstraksi Ciri dengan GLCM

Ekstraksi ciri bertujuan untuk mendapatkan informasi-informasi penting dari tekstur iris mata. Teknik ekstraksi ciri yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstraksi ciri metode GLCM. GLCM menggambarkan frekuensi munculnya pasangan antar 2 piksel dengan intensitas tertentu dalam jarak serta orientasi sudut tertentu pada matriks citra. Dalam penelitian ini jarak yang digunakan sebesar 1, 3, dan 5. Sedangkan sudut dinyatakan dalam derajat, umumnya sebesar 0°, 45°, 90°, dan 135°.

Tabel 2. Perhitungan ciri tekstur GLCM

| Jarak | Sudut | Rerata | Kontras | Korelasi | Energi | Entropi | Homogenitas |
|------------------|-------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| 1 | 0 | 3,1375 | 0,115244 | 0,851091 | 0,360357 | 1,32551 | 0,942378 |
| 1 | 45 | 3,13937 | 0,12625 | 0,83602 | 0,354614 | 1,34696 | 0,936875 |
| 1 | 90 | 3,14939 | 0,0439024 | 0,94347 | 0,410213 | 1,11658 | 0,978049 |
| 1 | 135 | 3,13937 | 0,11875 | 0,84621 | 0,359989 | 1,32774 | 0,940625 |
| Rata-rata | | 3,141408 | 0,1010366 | 0,8691978 | 0,3712933 | 1,2791975 | 0,94948175 |

4.7 Pengumpulan Data

Tabel 3. Data latih yang diperoleh dari hasil ekstraksi ciri GLCM

| No | Nama Berkas | d | Hasil Ekstraksi Ciri GLCM | | | | | Kondisi (target JST) | |
|----|---------------|---|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------|-------------|
| | | | Rerata | Kontras | Korelasi | Energi | Entropi | | Homogenitas |
| 1 | Abnormal1.bmp | 1 | 2,4200172 | 0,2032508 | 0,8854304 | 0,4457739 | 1,9548540 | 0,8985621 | AN |
| 2 | Abnormal1.bmp | 3 | 2,4026735 | 0,4497544 | 0,7408355 | 0,3771107 | 2,2547522 | 0,7985964 | AN |
| 3 | Abnormal1.bmp | 5 | 2,3799243 | 0,6272109 | 0,6346957 | 0,3519797 | 2,3736551 | 0,7473894 | AN |
| 4 | Abnormal2.bmp | 1 | 2,5582602 | 0,2281288 | 0,8908377 | 0,4192363 | 2,0437484 | 0,8883502 | AN |
| 5 | Abnormal2.bmp | 3 | 2,5551381 | 0,4892068 | 0,7666054 | 0,3563212 | 2,3357248 | 0,7893536 | AN |
| 6 | Abnormal2.bmp | 5 | 2,5442643 | 0,7388833 | 0,6458083 | 0,3270446 | 2,4720023 | 0,7253670 | AN |
| 7 | Abnormal3.bmp | 1 | 2,9614711 | 0,1196113 | 0,8628094 | 0,5946496 | 1,3964871 | 0,9401944 | AN |
| 8 | Abnormal3.bmp | 3 | 2,9532347 | 0,2678974 | 0,6990266 | 0,5265341 | 1,6520060 | 0,8712297 | AN |
| 9 | Abnormal3.bmp | 5 | 2,9425049 | 0,4062843 | 0,5564212 | 0,4834675 | 1,7928314 | 0,8162661 | AN |
| 10 | Abnormal4.bmp | 1 | 3,1636777 | 0,2150686 | 0,9490832 | 0,3717261 | 2,2570174 | 0,8943316 | AN |
| 11 | Abnormal4.bmp | 3 | 3,1488857 | 0,5882199 | 0,8610449 | 0,3113989 | 2,6029527 | 0,7771664 | AN |
| 12 | Abnormal4.bmp | 5 | 3,1397717 | 1,0957896 | 0,7407239 | 0,2807882 | 2,7957137 | 0,6999273 | AN |
| 13 | Normal1.bmp | 1 | 2,7556727 | 0,1133803 | 0,7034272 | 0,7299985 | 0,9090207 | 0,9433098 | N |
| 14 | Normal1.bmp | 3 | 2,7657285 | 0,2230413 | 0,3928048 | 0,6890855 | 1,0351220 | 0,8891026 | N |
| 15 | Normal1.bmp | 5 | 2,7689831 | 0,2740190 | 0,2511736 | 0,6740151 | 1,0611750 | 0,8649891 | N |
| 16 | Normal2.bmp | 1 | 3,4046988 | 0,0797409 | 0,9056207 | 0,6062485 | 1,2887199 | 0,9601296 | N |
| 17 | Normal2.bmp | 3 | 3,4233470 | 0,1944187 | 0,7611413 | 0,5536782 | 1,5153911 | 0,9029984 | N |
| 18 | Normal2.bmp | 5 | 3,4275715 | 0,2642629 | 0,6658080 | 0,5221903 | 1,6053749 | 0,8680718 | N |
| 19 | Normal3.bmp | 1 | 3,4343712 | 0,0988491 | 0,8704475 | 0,6065018 | 1,2311836 | 0,9505755 | N |
| 20 | Normal3.bmp | 3 | 3,4446743 | 0,2300054 | 0,6967906 | 0,5478001 | 1,4544785 | 0,8876525 | N |
| 21 | Normal3.bmp | 5 | 3,4496295 | 0,3173465 | 0,5708666 | 0,5205944 | 1,5427276 | 0,8505177 | N |
| 22 | Normal4.bmp | 1 | 3,4606364 | 0,0856479 | 0,8276435 | 0,6519184 | 0,9796736 | 0,9571761 | N |
| 23 | Normal4.bmp | 3 | 3,4551187 | 0,2140375 | 0,5684612 | 0,5811124 | 1,2003134 | 0,8929812 | N |
| 24 | Normal4.bmp | 5 | 3,4532528 | 0,3254945 | 0,3430791 | 0,5394657 | 1,3026778 | 0,8372527 | N |

Keterangan : N = normal ; AN = abnormal

Tabel 4. Rata-rata setiap ciri tekstur untuk masing-masing kelompok data latih

| Kelompok data | Nilai rata-rata ekstraksi ciri GLCM | | | | | |
|---------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-------------|
| | rerata | kontras | korelasi | energi | entropi | homogenitas |
| Normal | 3,217389 | 0,233666 | 0,632259 | 0,575947 | 1,379171 | 0,888469 |
| Abnormal | 2,960503 | 0,476226 | 0,765723 | 0,412549 | 2,145339 | 0,824047 |

4.8 Pengujian pada Proses Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

1. Pengujian Pengaruh Jumlah Unit Lapis Tersembunyi pada Pelatihan

Tabel 5. Pengujian pengaruh jumlah unit pada lapis tersembunyi dengan $\alpha = 0,1$ dan $\mu = 0,1$.

| No. | Jumlah Unit | MSE | Gradien | Waktu |
|-----|-------------|----------|----------|----------|
| 1 | 10 | 5,21e-04 | 2,46e-03 | 39 detik |
| 2 | 20 | 2,89e-04 | 1,38e-03 | 37 detik |
| 3 | 30 | 2,73e-04 | 1,36e-03 | 38 detik |
| 4 | 40 | 2,09e-04 | 1,14e-03 | 40 detik |
| 5 | 50 | 1,43e-04 | 9,34e-04 | 42 detik |
| 6 | 60 | 1,24e-04 | 8,56e-04 | 42 detik |
| 7 | 70 | 1,10e-04 | 7,77e-04 | 45 detik |
| 8 | 80 | 1,08e-04 | 7,94e-04 | 47 detik |
| 9 | 90 | 1,05e-04 | 7,71e-04 | 48 detik |

Keterangan : bagian yang diberi warna abu-abu merupakan hasil yang terbaik

Berdasarkan pada besar kecilnya nilai MSE dan waktu yang dibutuhkan, maka jumlah unit pada lapis tersembunyi yang terbaik dalam pengujian ini adalah 60 unit.

2. Pengujian Pengaruh Parameter JST pada Pelatihan

Tabel 6. Hasil pengujian pengaruh parameter JST dengan jumlah unit lapis tersembunyi 60

| No. | α | μ | Epoch | MSE | Gradien | Waktu |
|-----|----------|-------|-------|----------|----------|------------------|
| 1 | 0,01 | 0 | 2000 | 2,23e-03 | 1,21e-02 | 56 detik |
| 2 | 0,01 | 0,1 | 2000 | 2,23e-03 | 1,21e-02 | 59 detik |
| 3 | 0,01 | 0,5 | 2000 | 2,23e-03 | 1,21e-02 | 58 detik |
| 4 | 0,01 | 1 | 2000 | 2,82e-01 | 8,36e-01 | 57 detik |
| 5 | 0,1 | 0 | 2000 | 1,24e-04 | 8,56e-04 | 59 detik |
| 6 | 0,1 | 0,1 | 2000 | 1,24e-04 | 8,56e-04 | 58 detik |
| 7 | 0,1 | 0,5 | 2000 | 1,24e-04 | 8,55e-04 | 55 detik |
| 8 | 0,1 | 1 | 2000 | 2,72e-01 | 2,26e-03 | 59 detik |
| 9 | 0,3 | 0 | 2000 | 3,47e-05 | 2,57e-04 | 59 detik |
| 10 | 0,3 | 0,1 | 2000 | 3,47e-05 | 2,57e-04 | 58 detik |
| 11 | 0,3 | 0,5 | 2000 | 3,44e-05 | 2,55e-04 | 1 menit |
| 12 | 0,3 | 1 | 1365 | 2,72e-01 | 9,95e-11 | 36 detik |
| 13 | 0,5 | 0 | 2000 | 1,95e-05 | 1,48e-04 | 1 menit 18 detik |
| 14 | 0,5 | 0,1 | 2000 | 1,94e-05 | 1,48e-04 | 59 detik |
| 15 | 0,5 | 0,5 | 2000 | 1,91e-05 | 1,46e-04 | 58 detik |
| 16 | 0,5 | 1 | 819 | 2,72e-01 | 9,95e-11 | 23 detik |
| 17 | 0,7 | 0 | 2000 | 1,30e-05 | 1,01e-04 | 58 detik |
| 18 | 0,7 | 0,1 | 2000 | 1,31e-05 | 1,02e-04 | 1 menit |
| 19 | 0,7 | 0,5 | 2000 | 1,29e-05 | 1,01e-04 | 1 menit |
| 20 | 0,7 | 1 | 585 | 2,72e-01 | 9,95e-11 | 17 detik |
| 21 | 0,9 | 0 | 1898 | 1e-05 | 7,97e-05 | 57 detik |
| 22 | 0,9 | 0,1 | 1910 | 1e-05 | 7,96e-05 | 58 detik |
| 23 | 0,9 | 0,5 | 1861 | 1e-05 | 8,02e-05 | 55 detik |
| 24 | 0,9 | 1 | 455 | 2,72e-01 | 9,95e-11 | 14 detik |

Keterangan : bagian yang diberi warna abu-abu merupakan hasil yang terbaik

Berdasarkan hasil pengujian pengaruh parameter laju pembelajaran bahwa dengan bertambahnya nilai laju pembelajaran maka nilai MSE akan semakin menurun. Untuk hasil pengujian dengan parameter momentum bahwa dengan bertambahnya faktor momentum maka nilai MSE akan semakin mendekati nilai yang diinginkan dan proses iterasi semakin cepat.

3. Pengujian Pengaruh Fungsi Aktivasi pada Pelatihan

Tabel 7. Pengujian pengaruh fungsi aktivasi dengan $\alpha = \mu = 0,5$, serta jumlah unit lapis tersembunyi 60

| No | Fungsi Aktivasi | Epoch | MSE | Gradien | Waktu |
|----|------------------|-------|----------|----------|----------|
| 1 | logsig - logsig | 2000 | 1,88e-01 | 7,50e-04 | 59 detik |
| 2 | logsig - tansig | 2000 | 1,72e-04 | 4,53e-04 | 59 detik |
| 3 | tansig - logsig | 2000 | 1,25e-01 | 2,90e-04 | 1 menit |
| 4 | tansig - tansig | 2000 | 0,91e-05 | 1,46e-04 | 1 menit |
| 5 | purelin - logsig | 2000 | 1,25e-01 | 1,27e-04 | 57 detik |
| 6 | purelin - tansig | 30 | 3,47e-06 | 7,42e-04 | 1 detik |

Keterangan : bagian yang diberi warna abu-abu merupakan hasil yang terbaik

Berdasarkan hasil pengujian pengaruh fungsi aktivasi bahwa fungsi aktivasi yang terbaik dari pengujian ini adalah tansig - tansig.

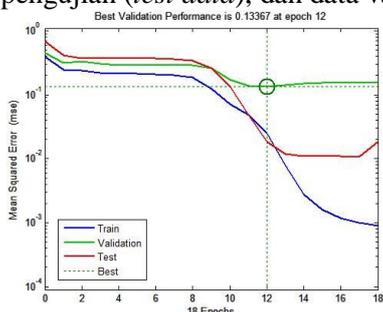
Fungsi aktivasi tansig - tansig dipilih karena dalam proses pelatihannya mampu mencapai nilai MSE dan nilai gradien yang terendah yaitu sebesar 0,91e-05 dan 1,46e-04 selama 2000 iterasi.

4.9 Klasifikasi dengan Jaringan Syaraf Tiruan

1. Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

Konfigurasi JST yang digunakan merupakan hasil pengujian pada proses pelatihan JST. Konfigurasi lapisan yang digunakan adalah 2 lapis tersembunyi dengan 60 unit. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah sigmoid bipolar (*tansigmoid*) pada lapis tersembunyi dan lapis keluaran. Metode belajar yang digunakan adalah metode penurunan gradien dengan momentum (*traingdm*). Laju pembelajaran sebesar 0,5 dan faktor momentum sebesar 0,5.

Pada aplikasi Matlab, data pelatihan akan dibagi dalam 3 kelompok, yaitu data latih (*training data*), data pengujian (*test data*), dan data validasi.



Gambar 9. Grafik perkembangan performa belajar jaringan.

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa jaringan belajar dengan baik. Hal ini dilihat dari nilai MSE yang semakin menurun tiap iterasinya pada tiap data latih, uji dan validasi.

2. Pengujian Pengenalan Data Latih

Tabel 8. Hasil pengujian JST pada data latih

| No | Berkas Citra | d | Target | | | Keluaran JST | | |
|----|---------------|---|--------|----|----------|--------------|--------|----------|
| | | | Y1 | Y2 | Kondisi | Y1 | Y2 | Kondisi |
| 1 | Abnormal1.bmp | 1 | 1 | 0 | Abnormal | 0,9246 | 0,0391 | Abnormal |
| | | 3 | 1 | 0 | Abnormal | 0,9943 | 0,0096 | Abnormal |
| | | 5 | 1 | 0 | Abnormal | 0,9958 | 0,0072 | Abnormal |
| 2 | Abnormal2.bmp | 1 | 1 | 0 | Abnormal | 0,9551 | 0,0256 | Abnormal |
| | | 3 | 1 | 0 | Abnormal | 0,9956 | 0,0063 | Abnormal |
| | | 5 | 1 | 0 | Abnormal | 0,9958 | 0,0051 | Abnormal |
| 3 | Abnormal3.bmp | 1 | 1 | 0 | Abnormal | 0,2182 | 0,5797 | Normal |
| | | 3 | 1 | 0 | Abnormal | 0,7984 | 0,1605 | Abnormal |
| | | 5 | 1 | 0 | Abnormal | 0,9380 | 0,0496 | Abnormal |
| 4 | Abnormal4.bmp | 1 | 1 | 0 | Abnormal | 0,7729 | 0,0310 | Abnormal |
| | | 3 | 1 | 0 | Abnormal | 0,7158 | 0,0170 | Abnormal |
| | | 5 | 1 | 0 | Abnormal | 0,3374 | 0,0293 | Abnormal |
| 5 | Normal1.bmp | 1 | 0 | 1 | Normal | 0,2488 | 0,8103 | Normal |
| | | 3 | 0 | 1 | Normal | 0,3297 | 0,9671 | Normal |
| | | 5 | 0 | 1 | Normal | 0,3663 | 0,9758 | Normal |
| 6 | Normal2.bmp | 1 | 0 | 1 | Normal | 0,0132 | 0,9874 | Normal |
| | | 3 | 0 | 1 | Normal | 0,0593 | 0,9854 | Normal |
| | | 5 | 0 | 1 | Normal | 0,1519 | 0,9739 | Normal |
| 7 | Normal3.bmp | 1 | 0 | 1 | Normal | 0,0125 | 0,9913 | Normal |
| | | 3 | 0 | 1 | Normal | 0,0691 | 0,9903 | Normal |
| | | 5 | 0 | 1 | Normal | 0,1459 | 0,9821 | Normal |
| 8 | Normal4.bmp | 1 | 0 | 1 | Normal | 0,0091 | 0,9947 | Normal |
| | | 3 | 0 | 1 | Normal | 0,0452 | 0,9966 | Normal |
| | | 5 | 0 | 1 | Normal | 0,0928 | 0,9917 | Normal |

Keterangan : bagian yang diberi warna abu-abu merupakan kesalahan klasifikasi

Perhitungan persentase keberhasilan pengujian dihitung dengan cara sebagai berikut.

$$\text{Persentase keberhasilan} = \frac{\text{jumlah pengujian benar}}{\text{jumlah seluruh pengujian}} \times 100\%$$

Dari hasil pengujian yang diperlihatkan pada Tabel 8, program mampu melakukan proses klasifikasi dengan benar sebanyak 23 data dari 24 data latih yang diujikan sehingga persentase keberhasilannya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Persentase keberhasilan} &= \frac{23}{24} \times 100\% \\ &= 95,8\% \end{aligned}$$

3. Pengujian Pengenalan Data Uji

Tabel 9. Hasil pengujian JST pada data uji

| No | Berkas Citra | d | Target | | | Keluaran JST | | |
|----|---------------|---|--------|----|----------|--------------|--------|----------|
| | | | Y1 | Y2 | Kondisi | Y1 | Y2 | Kondisi |
| 1 | Abnormal5.bmp | 1 | 1 | 0 | Abnormal | 0,0376 | 0,9936 | Normal |
| | | 3 | 1 | 0 | Abnormal | 0,0395 | 0,9842 | Normal |
| | | 5 | 1 | 0 | Abnormal | 0,0632 | 0,9116 | Normal |
| 2 | Abnormal6.bmp | 1 | 1 | 0 | Abnormal | 0,1883 | 0,7322 | Normal |
| | | 3 | 1 | 0 | Abnormal | 0,7452 | 0,2425 | Abnormal |
| | | 5 | 1 | 0 | Abnormal | 0,7468 | 0,1162 | Abnormal |
| 3 | Abnormal7.bmp | 1 | 1 | 0 | Abnormal | 0,7061 | 0,0865 | Abnormal |
| | | 3 | 1 | 0 | Abnormal | 0,9502 | 0,0279 | Abnormal |
| | | 5 | 1 | 0 | Abnormal | 0,8975 | 0,0164 | Abnormal |
| 4 | Abnormal8.bmp | 1 | 1 | 0 | Abnormal | 0,5679 | 0,2443 | Abnormal |
| | | 3 | 1 | 0 | Abnormal | 0,9119 | 0,0459 | Abnormal |
| | | 5 | 1 | 0 | Abnormal | 0,8340 | 0,0457 | Abnormal |
| 5 | Normal5.bmp | 1 | 0 | 1 | Normal | 0,0263 | 0,9949 | Normal |
| | | 3 | 0 | 1 | Normal | 0,0828 | 0,9777 | Normal |
| | | 5 | 0 | 1 | Normal | 0,0803 | 0,9678 | Normal |
| 6 | Normal6.bmp | 1 | 0 | 1 | Normal | 0,0046 | 0,9956 | Normal |
| | | 3 | 0 | 1 | Normal | 0,0125 | 0,9966 | Normal |
| | | 5 | 0 | 1 | Normal | 0,0211 | 0,9955 | Normal |
| 7 | Normal7.bmp | 1 | 0 | 1 | Normal | 0,0301 | 0,9964 | Normal |
| | | 3 | 0 | 1 | Normal | 0,0456 | 0,9966 | Normal |
| | | 5 | 0 | 1 | Normal | 0,0565 | 0,9967 | Normal |
| 8 | Normal8.bmp | 1 | 0 | 1 | Normal | 0,1417 | 0,6498 | Normal |
| | | 3 | 0 | 1 | Normal | 0,5779 | 0,3001 | Abnormal |
| | | 5 | 0 | 1 | Normal | 0,8117 | 0,1593 | Abnormal |

Keterangan : bagian yang diberi warna abu-abu merupakan kesalahan klasifikasi

Dari hasil pengujian yang diperlihatkan pada Tabel 9, program mampu melakukan proses klasifikasi dengan benar sebanyak 18 data dari 24 data uji yang tidak dilatihkan sehingga persentase keberhasilannya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Persentase keberhasilan} &= \frac{18}{24} \times 100\% \\ &= 75\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dalam mengenali data masukan yang diberikan ke sistem karena nilai persentase keberhasilannya yang cukup besar.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari tahapan perancangan hingga pengujian yang dilakukan pada sistem ini adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pengujian data latih, program dapat melakukan diagnosis dengan benar dengan

persentase keberhasilan sebesar 95,8%. Berdasarkan hasil pengujian data uji, program dapat melakukan diagnosis dengan benar dengan persentase keberhasilan sebesar 75%.

2. Nilai rata-rata ekstraksi ciri GLCM untuk setiap ciri tekstur yaitu rerata, kontras, korelasi, energi, entropi, dan homogenitas untuk kelompok data latih Normal bernilai 3,217389, 0,233666, 0,632259, 0,575947, 1,379171, dan 0,888469, sedangkan untuk kelompok data latih Abnormal bernilai 2,960503, 0,476226, 0,765723, 0,412549, 2,145339, dan 0,824047.
3. Hasil pengujian jumlah unit pada lapis tersembunyi dengan variasi jumlah unit yang digunakan yaitu 10 sampai dengan 90 dengan interval 10 untuk masing-masing lapis tersembunyi nilai minimum MSE terjadi saat jumlah unit tersembunyi sebanyak 60 unit dengan nilai MSE sebesar 0,000124 dalam waktu 42 detik.
4. Hasil pengujian pengaruh parameter JST yaitu laju pembelajaran α dan faktor momentum μ nilai minimum MSE dan *epoch* terjadi pada $\alpha = 0,9$ dan $\mu = 0,5$ dengan nilai MSE sebesar 0,00001 selama 1861 iterasi (*epoch*).
5. Hasil pengujian pengaruh fungsi aktivasi dengan variasi fungsi aktivasi antara lain logsig-logsig, logsig-tansig, tansig-logsig, tansig-tansig, purelin-logsig, dan purelin-tansig nilai minimum MSE dan gradien terjadi pada fungsi aktivasi tansig-tansig dengan nilai MSE sebesar 0,91e-05 dan nilai gradien sebesar 1,46e-04.

5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat memperbaiki kekurangan yang ada dan diharapkan dapat mengembangkan yang apa yang telah dilakukan pada penelitian ini. Untuk itu disarankan hal-hal berikut.

1. Untuk melakukan proses lokalisasi iris sebaiknya tidak dilakukan dengan cara manual agar kinerja program lebih handal. Untuk penentuan titik tengah, jari-jari pupil dan iris bisa menggunakan kombinasi antara deteksi tepi dan Transformasi Hough.
2. Perlu dilakukan pengujian terhadap kombinasi arsitektur dan parameter untuk jaringan syaraf tiruan selain dari pengujian yang telah dilakukan. Dengan mengujinya lebih banyak, diharapkan dapat ditemukan parameter jaringan syaraf tiruan yang optimal.
3. Sistem pengolahan citra iris untuk mendeteksi kondisi organ pankreas ini dapat dikembangkan sekaligus dengan perangkat keras dalam memproses citra iris secara waktu nyata (*realtime*), sehingga nantinya dapat dipergunakan secara nyata dalam aplikasi kehidupan sehari-hari.
4. Program ini dapat juga dikembangkan untuk mendeteksi organ lain serta juga dapat digunakan

untuk memprediksi seseorang tersebut rentan terhadap suatu penyakit tertentu dengan kombinasi dari berbagai macam organ.

5. Penelitian dapat dilanjutkan dengan menguji atau menambah ciri tekstur GLCM yang lain, seperti Varians (*Variance*), *Sum Variance*, *Sum Entropy*, *Difference Variance*, *Difference Entropy*, *Information Measures of Correlation*, dan *Maximal Correlation Coefficient*, sehingga diharapkan diperoleh hasil yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bakar, M.H.A., *Carta Mata*, http://www.geocities.com/mansor_ahmad/iridology.htm, Oktober 2009.
- [2] Fahmi, *Perancangan Algoritma Pengolahan Citra Iris Mata Menjadi Citra Pola Iris Sebagai Bentuk Antara Sistem Biometrik*, USU Repository, Medan, 2007.
- [3] Fatoni, I., *Sistem Pakar Iridologi Untuk Identifikasi Kelemahan Organ Dengan Pengolahan Citra Iris*, Skripsi S-1, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2008.
- [4] Haralick, R.M., K. Shanmugam, and I. Dinstein, "Textural Features for Image Classification", *IEEE Trans on Systems, Man and Cybernetics*, Vol.SMC-3, pp. 610 - 621, 1973.
- [5] Hartadi, R., *Deteksi Potensi Kanker Payudara Pada Mammogram Menggunakan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrices (GLCM)*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2008.
- [6] Imaging & Image Processing Research Group, *Praktikum EC4041 Pengolahan Citra dan Pengenalan Pola EC6041 Pengolahan Citra dan Pengenalan Pola Lanjut Modul 4 – Klasifikasi*. Institut Teknologi Bandung.
- [7] Kusuma, A.A., *Pengenalan Iris Mata Dengan Pencirian Matriks Ko-okurensi Aras Keabuan (Gray-Level Co-Occurrence Matrices – GLCM)*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2009.
- [8] Beyer, M.H., *The GLCM Tutorial Home Page*, <http://www.fp.ucalgary.ca/mhallbey>, November 2010.
- [9] Munir, R., *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika, Bandung, 2004.
- [10] Romansah, *Sejarah Iridologi*, <http://romansah.wordpress.com/>, Oktober 2009.
- [11] Siahaan, K.R., *Pengenalan Pola Zona Air Pada Citra Satelit Cirata Dengan Sistem Kecerdasan Jaringan Syaraf Tiruan Metoda Backpropagation Levenberg-Marquardt*, Skripsi S-1, Institut Teknologi Bandung, 2009.
- [12] Siang, J.J., *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*, Andi Offset, Yogyakarta, 2005.
- [13] ---, "Modul 3 – Analisis Tekstur Imaging & Image Processing Research Group", Institut Teknologi Bandung, Februari, 2009.

BIODATA PENULIS



Ardianto Eskaprianda (L2F005516), lahir di Tegal, 14 September 1987. Menempuh pendidikan dasar di SDN Medono 08 Pekalongan lulus tahun 1999 dan melanjutkan ke SMPN 2 Pekalongan sampai tahun 2002. Kemudian penulis melanjutkan ke jenjang yang lebih tinggi di SMAN 1 Pekalongan lulus tahun 2005. Saat ini penulis sedang menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang, konsentrasi Elektronika dan Telekomunikasi.

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I,

R. Rizal Isnanto, S.T., M.M., M.T.
NIP. 197007272000121001

Dosen Pembimbing II,

Imam Santoso, S.T., M.T.
NIP. 197012031997021001