

ANALISIS PERFORMANSI SISTEM PENDETEKSI KATARAK MENGGUNAKAN DCT (*DISCRETE COSINE TRANSFORM*) DAN JARINGAN SARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION* (*JST BACKPROPAGATION*)

PERFORMANCE ANALYSIS OF CATARACT DETECTION SYSTEM USING DCT (*DISCRETE COSINE TRANSFORM*) AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK *BACKPROPAGATION*

Herdian Anantya Risma¹, Raditiana Patmasari, S.T., M.T.², Ir. Rita Magdalena, M.T.³

^{1,2} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹herdiananantyar@student.telkomuniversity.ac.id, ²raditiana@telkomuniversity.ac.id

³ritamagdalenat@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Seiring berkembangnya teknologi saat ini, kita dapat memanfaatkan pengolahan citra digital sebagai cara untuk mendeteksi penyakit katarak. Pada pengolahan citra digital ini, akan dilakukan pengenalan suatu objek yang dapat dilakukan dengan mengenali algoritma tertentu.

Pada tugas akhir ini menggunakan pengolahan citra digital untuk mempercepat proses identifikasi penyakit katarak. Pada identifikasi ini akan menggunakan metode DCT (*Discrete Cosine Transform*). Metode ini merupakan suatu metode yang akan digunakan dalam proses pemampatan file citra, yaitu untuk mentransformasikan sebuah matriks citra dengan representasi lain serta dapat digunakan di daerah pengolahan digital untuk keperluan pengenalan pola. Kemudian menggunakan Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* (*JST Backpropagation*) sebagai pengklasifikasi citra uji.

Hasil yang di peroleh adalah berupa sebuah simulasi perangkat lunak operasi matriks yang dapat digunakan untuk mengetahui dan mengklasifikasi mata katarak dengan akurasi sebesar 86,67% dengan waktu komputasi terbaik 3,666 detik menggunakan jumlah data latih dan data uji masing-masing 45 buah data, parameter orde satu *standard deviation* dan *entropy*, blok *size* DCT 5, saat *epoch* bernilai 1000, *learning rate* bernilai 1, dan *hidden layer* bernilai 5.

Kata Kunci : DCT, *JST Backpropagation*, Katarak

Abstract

As technology develops today, we can utilize digital image processing as a way to detect cataract disease. In this digital image processing, we will do the introduction of an object that can be done by recognizing a particular algorithm.

In this final project the research will use digital image processing to speed up the process of identification of cataract disease. This identification will use the DCT (Discrete Cosine Transform) method. This method is a method that will be used in image file compression process, that is to transform an image matrix with another representation and can be used in digital processing area for pattern recognition purposes. Then using Backpropagation Neural Network (JST Backpropagation) as the classifier of test image.

The result obtained are a simulation of matrix operating software that can be used to know and classify cataract eyes with an accuracy of 86,67% with the best computation time 3,666 seconds using the amount of training data and test data for each of 45 pieces, the first orde parameter standard deviation and entropy, DCT size 5 block, when epoch is 1000, the learning rate is 1, and hidden layer is 5.

Keywords : DCT, *JST Backpropagation*, Cataract

1. Pendahuluan

Katarak merupakan salah satu penyakit mata yang disebabkan oleh faktor usia. Katarak adalah kekeruhan yang terjadi pada sebagian maupun keseluruhan lensa mata. Hal ini menyebabkan berkurangnya penglihatan dari penderita, karena keruhnya lensa mata membuat cahaya menjadi sulit mencapai retina. Tetapi selain disebabkan faktor usia atau degeneratif, katarak dapat disebabkan karena tingkat paparan sinar UV yang tinggi. Katarak juga bisa terjadi karena penyalahgunaan obat-obatan atau suplemen, khususnya steroid, trauma atau kecelakaan pada mata, operasi mata sebelumnya, dan penyebab lain yang belum diketahui[1].

Menteri Kesehatan Indonesia telah mendapatkan hasil survei kebutaan dengan menggunakan metode *Rapid Assessment of Avoidable Blindness* (RAAB) yang telah dilakukan di 3 provinsi (NTB, Jabar dan Sulsel) tahun

2013 -2014. Dari hasil survei tersebut, didapatkan prevalensi kebutaan pada masyarakat usia > 50 tahun rata-rata di 3 provinsi tersebut adalah 3,2 % dengan penyebab utama adalah katarak (71%). Diperkirakan setiap tahun kasus katarak akan selalu bertambah sebesar 0,1% dari jumlah penduduk atau kira-kira 250.000 orang/tahun. Sementara itu kemampuan medis untuk melakukan operasi katarak setiap tahun diperkirakan baru mencapai 180.000/tahun sehingga setiap tahun selalu bertambah *backlog* katarak sebesar lebih kurang 70.000. Jika tidak segera mengatasi *backlog* katarak ini maka angka kebutaan di Indonesia semakin lama akan semakin tinggi[2].

Pada penelitian sebelumnya yang disusun oleh Yunendah Nur Fuadah, Agung W. Setiawan, Tati L.R Mengko, dan Budiman dengan judul “*Mobile Cataract Detection Using Optimal Combination Of Statistical Texture Analysis*” menghasilkan tingkat akurasi sistem rata-rata sebesar 97,5%[3]. Sedangkan pada penelitian lainnya yang disusun oleh Yunendah Nur Fuadah, Agung W. Setiawan, Tati L.R Mengko deteksi penyakit katarak dengan judul “*Performing High Accuracy Of The System For Cataract Detection Using Statistical Analysis and K-Nearest Neighbour*” menggunakan metode ekstraksi ciri GLCM dan klasifikasi K-NN mendapatkan akurasi sebesar 94,5%[4]. Pada penelitian ini menggunakan metode DCT dengan klasifikasi Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* dan menghasilkan akurasi sebesar 86,67%.

Pada tugas akhir ini, penulis akan menggunakan metode DCT (*Discrete Cosine Transform*), metode ini merupakan proses pemampatan file citra, yaitu untuk mentransformasikan sebuah matriks citra dengan representasi lain serta dapat digunakan di daerah pengolahan digital untuk keperluan pengenalan pola. Metode ini memiliki kelebihan dapat mengompresi data dengan teknik *loseless compression* yaitu teknik memproses data asli menjadi bentuk yang lebih ringkas tanpa menghilangkan informasi aslinya, biasanya diterapkan pada bidang biomedis[5]. Kemudian menggunakan Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* (*JST Backpropagation*) sebagai pengklasifikasi citra uji. Metode ini mampu membangun fungsi non linier yang hanya membutuhkan data masukan dan keluaran saja tanpa mengetahui dengan jelas proses dalam jaringan. Hal ini cocok diterapkan pada data citra katarak[6].

Image Processing dalam hal ini dapat membantu dalam mempercepat proses identifikasi mata katarak. Berdasarkan latar belakang di atas, penulis akan membuat suatu rancangan simulasi perangkat lunak operasi matematika untuk memproses foto dari cetakan sebuah mata agar dapat teridentifikasi bentuk dari katarak. Pada penelitian sebelumnya, untuk melakukan segmentasi pada citra masih dilakukan pemotongan secara manual. Pada penelitian ini sudah dilakukan pemotongan otomatis pada bagian segmentasi citra.

2. Dasar Teori dan Perancangan Sistem

2.1. Penyakit Katarak

Katarak merupakan penyakit mata yang berasal dari bahasa Yunani *Kataarhokies*, Inggris *Cataract* yang berarti artinya air terjun[7]. Maksudnya adalah dimana penglihatan seperti tertutup air terjun akibat lensa mata yang keruh. Katarak merupakan keadaan patologik lensa dimana lensa menjadi keruh akibat hidrasi cairan lensa atau denaturasi protein lensa.

Katarak tidak menyebabkan rasa sakit dan termasuk penyakit yang umum terjadi. Pada kondisi awalnya hanya akan memengaruhi sebagian kecil dari lensa mata dan penglihatan masih belum terganggu. Tetapi pada saat katarak semakin membesar maka noda putih akan mulai menutupi lensa mata sehingga dampaknya mengganggu masuknya cahaya ke mata.

2.2. Stadium Katarak

a. Katarak Imatur

Katarak imatur, sebagian lensa keruh atau katarak. Katarak yang belum mengenai seluruh lapis lensa. Pada katarak imatur akan dapat bertambah volume lensa akibat meningkatnya tekanan osmotik bahan lensa yang degeneratif. Pada keadaan lensa membesar akan dapat menimbulkan hambatan pupil, sehingga terjadi glaukoma sekunder[8].

b. Katarak Matur

Pada katarak matur kekeruhan telah mengenai seluruh massa lensa. Kekeruhan ini bisa terjadi akibat deposisi ion Ca yang menyeluruh. Bila katarak imatur atau intumesen tidak dikeluarkan maka cairan lensa akan keluar, sehingga lensa kembali pada ukuran yang normal. Akan terjadi kekeruhan seluruh lensa yang bila lama akan mengakibatkan kalsifikasi lensa[8].

2.3. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra adalah salah satu aplikasi yang dapat mengubah suatu citra (gambar) menjadi sebuah informasi. Tujuan lebih jauh dari pengolahan citra adalah membuat suatu sistem yang bisa melihat. Citra dapat diartikan sebagai suatu fungsi kontinu dari intensitas cahaya dalam bidang dua dimensi. Koordinat spasial dinyatakan dengan (x,y) dan nilai f pada setiap titik pada (x,y) menyatakan intensitas atau tingkat kecerahan. Secara matematis dapat dinyatakan bahwa fungsi intensitas tersebut berada diantara $0 < f(x,y) < \infty$. Dalam bidang pengolahan citra (*image processing*), citra yang diolah adalah citra digital, yaitu citra kontinu yang telah diubah ke dalam bentuk diskrit, baik dari koordinat ruangnya ataupun intensitas (kecerahan) cahayanya melalui proses *sampling* dan juga kuantisasi.

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Nilai pada suatu irisan antara baris dan kolom (pada posisi x,y) disebut dengan *picture elements*, *image elements*, atau piksel[9].

2.4. DCT (*Discrete Cosine Transform*)

DCT merupakan sebuah teknik yang dikhususkan untuk merubah sinyal kedalam komponen frekuensi dasar. DCT juga merupakan transformasi matematika yang merubah dan mengambil sinyal dari domain spasial ke dalam dimensi frekuensi. DCT merepresentasikan sebuah citra dari penjumlahan sinusoidal dari *magnitude* dan frekuensi yang berubah-ubah[10]. Sifat DCT adalah mengubah informasi citra yang signifikan dikontrasikan hanya pada beberapa koefisien DCT. Koefisien tersebut menggambarkan kandungan distribusi frekuensi pada gambar. Kelebihan dari DCT adalah walaupun gambar di kompresi dengan *lossy compression*, tidak akan menimbulkan pengaruh karena metode ini hanya terjadi pada domain frekuensi di dalam *image*, sehingga tidak ada perubahan yang terjadi pada sampel gambar.

Pada DCT dua dimensi merupakan perbandingan dari DCT satu dimensi, maka transformasi diskrit dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut :

$$d_{(u,v)} = \frac{C_u C_v}{4} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 I_{i,j} \cos\left(\frac{(2i+1)u\mu}{16}\right) \cos\left(\frac{(2j+1)v\pi}{16}\right) \quad (2)$$

Variabel $d_{(u,v)}$ disini merupakan titik koordinat dari matriks yang telah mengalami transformasi DCT 2 dimensi.

2.5. Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* (*JST Backpropagation*)

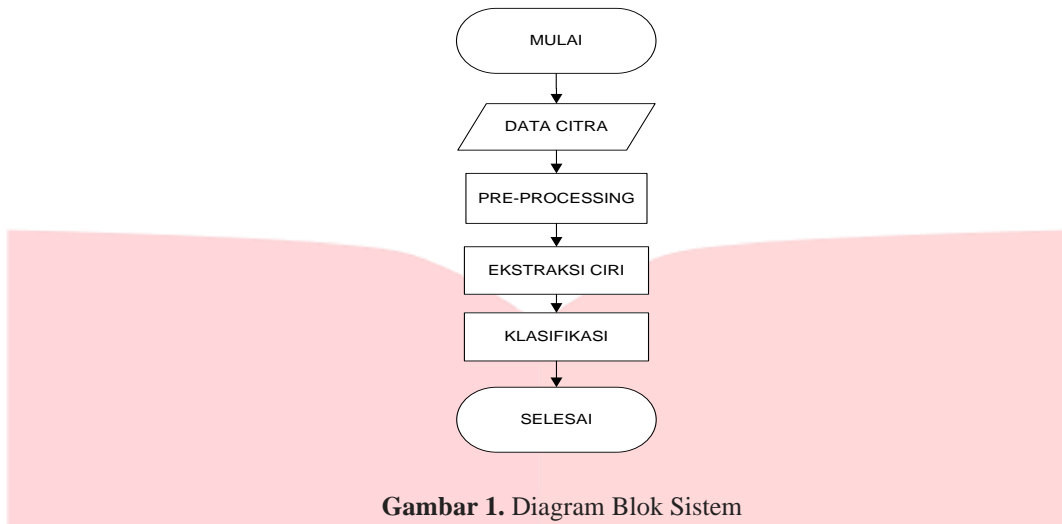
Propagasi Balik merupakan salah satu metode pembelajaran yang dapat diterapkan dalam Jaringan Saraf Tiruan. Propagasi Balik adalah sebuah metode sistematis untuk pelatihan *multiplayer* Jaringan Saraf Tiruan. Metode ini memiliki dasar matematis yang kuat, obyektif dan algoritma ini mendapatkan bentuk persamaan dan nilai koefisien dalam formula dengan meminimalkan jumlah kuadrat *error* melalui model yang dikembangkan.

Di dalam jaringan propagasi balik, setiap unit yang berada di lapisan *input* terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi. Setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan *output*. Jaringan ini terdiri dari banyak lapisan (*multilayer network*). Ketika jaringan diberi pola masukan sebagai pola pelatihan, maka pola tersebut menuju unit-unit lapisan tersembunyi yang selanjutnya diteruskan ke unit-unit lapisan keluaran. Kemudian unit-unit lapisan keluaran merespon sebagai keluaran JST. Saat hasil keluaran tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka keluaran akan disebarkan mundur (*backward*) pada lapisan tersembunyi kemudian lapisan tersembunyi menuju lapisan masukan[11].

3. Perancangan Sistem

3.1. Desain Sistem

Pada tugas akhir ini akan dibuat suatu sistem pendeteksi penyakit katarak. Dalam hal ini, penulis menggunakan metode DCT (*Discrete Cosine Transform*) serta menggunakan *JST Backpropagation* sebagai pengklasifikasi. Metode dan klasifikasi ini akan digunakan untuk melihat penyakit mata katarak dan akan dilihat keakurasiannya dalam sistem. Pada tugas akhir ini, penelitian dilakukan secara bertahap. Berikut blok diagram desain sistem yang dipaparkan pada gambar 1.



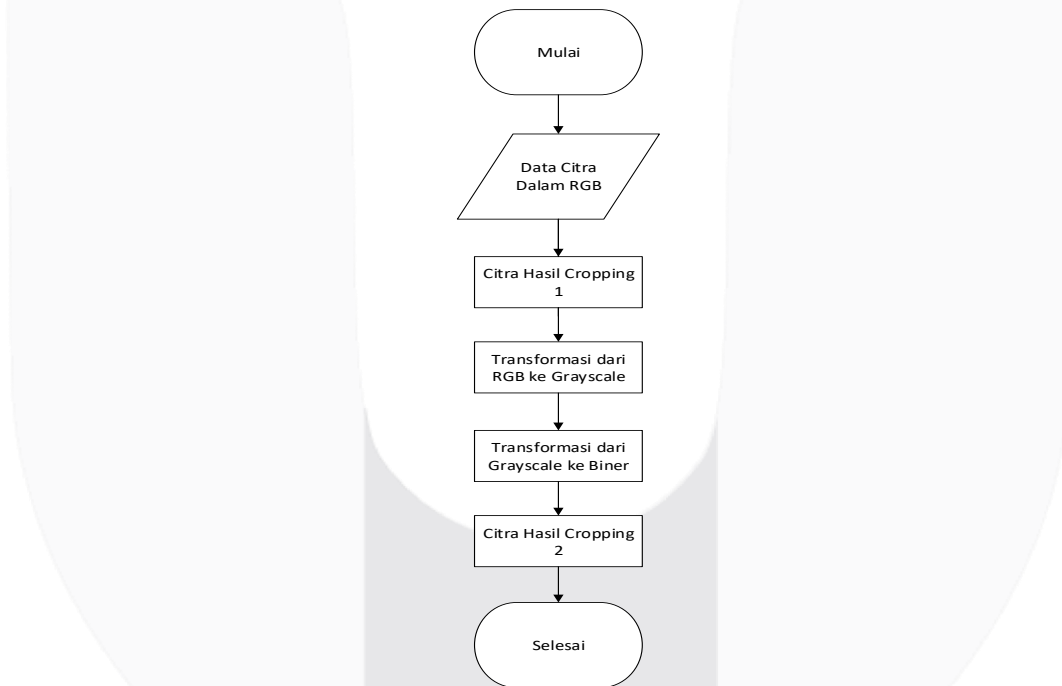
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

3.2 Data Citra

Pada tugas akhir ini, data citra tersebut sudah diperoleh dari RS.Cicendo Bandung. Citra tersebut diperoleh dalam bentuk format *.jpg. Dari data tersebut, kita mendapatkan total 214 data citra mata katarak yang diantaranya adalah 142 data citra mata pasien yang terkena stadium katarak imatur serta 72 data citra mata pasien yang terkena stadium katarak matur. Data ini diperoleh dari 40 orang pasien yang rata-rata sudah berumur 50 tahun keatas.

3.3 Pre-processing

Pre-processing adalah proses awal yang dilakukan setelah mendapatkan perangkat mendapatkan data citra masukan. Di dalam *pre-processing* ada beberapa tahapan yang dilakukan, yaitu dimulai dengan *input* data citra dalam RGB, didapat citra hasil *cropping* 1, lalu dilakukan transformasi dari citra hasil *cropping* 1 yang masih dalam bentuk RGB ke *grayscale*, transformasi dari *grayscale* ke biner, dan didapat citra mata hasil *cropping* 2. Diagram alir dari *pre-processing* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Proses *Pre-processing*

Hasil dari proses *pre-processing* dilihat pada gambar 3 dan 4 dibawah ini.



Gambar 3. Citra Mata Masukan.

Gambar 4. Hasil *Pre-processing*.

3.4 Ekstraksi Ciri

Setelah tahap *pre-processing*, maka tahapan selanjutnya adalah tahap ekstraksi ciri. Tahap pengambilan ciri adalah proses untuk menggambarkan suatu objek. Proses ekstraksi ciri bertujuan untuk mengambil nilai-nilai unik dari suatu objek yang membedakan objek tersebut dengan objek yang lain. Dalam tahap ekstraksi ciri menggunakan *Discrete Cosine Transform* (DCT), akan dibagi menjadi beberapa blok yaitu 5, 10, 20, dan 25. Ciri yang diperoleh kemudian di ekstraksi untuk memperoleh informasi tentang penyakit katarak tersebut.

3.5 Klasifikasi dengan JST *Backpropagation*

Parameter yang didapat setelah proses ekstraksi menggunakan DCT akan menjadi input untuk klasifikasi JST *Backpropagation*. Klasifikasi adalah proses pengelompokan citra yang telah diekstraksi ciri menjadi citra mata normal dan mata yang terdeteksi katarak. Pendeteksi mata katarak ini dikelompokkan menjadi 3 jenis dan 4 jenis tingkatan stadium. Jenis penyakit mata katarak terdiri dari: katarak nuklear, katarak kortikal, dan katarak subkapsularis posterior. Serta memiliki 4 tingkatan stadium yaitu: katarak insipien, katarak imatur, katarak matur, katarak hiper matur[8]. Pada klasifikasi tahap ini, hasil yang didapat dari ekstraksi ciri ini akan disimpan menjadi sebuah *database*.

4. Hasil Analisis dan Pengujian Sistem

Berikut adalah hasil pengujian sistem yang dilakukan terhadap metode ekstraksi ciri yang digunakan dengan beberapa parameter ujinya serta hasil pengujian sistem terhadap metode klasifikasi yang digunakan. Keluaran dari hasil pengujian ini berupa akurasi sistem, waktu komputasi, serta total jumlah benar data uji. Skenario pengujian pada sistem ini adalah sebagai berikut :

4.1 Pengujian Parameter Orde Satu dengan Beberapa Kombinasi

Pengujian ini dilakukan dengan mencoba satu per satu parameter orde satu yang akan diuji serta mengkombinasikan *feature* agar memungkinkan mendapatkan akurasi yang baik. Pada tahap ini di inisialisasikan dengan blok *size* DCT yang sama yaitu 5[12], menggunakan parameter klasifikasi JST *Backpropagation* yang sama yaitu: *Epoch* bernilai 1000, *Learning Rate* bernilai 0.001, serta *hidden layer* bernilai 10[13]. Berikut adalah hasil pengujian sistem parameter orde satu dengan beberapa kombinasi:

Tabel 1. Hasil Pengujian Terhadap Skala Frekuensi

No.	Parameter Orde Satu	Akurasi	Waktu Komputasi	Jumlah data benar
1	Mean	42,22%	4,232	19
2	Variance	31.11%	4,915	14
3	Standard Deviation	71.11%	4,226	32
4	Skewness	53.33%	3,916	24
5	Kurtosis	55.56%	4,210	25
6	Entropy	48.89%	4,179	22
7	Variance, Skewness	33.33%	4,360	15
8	Skewness, Kurtosis	48.89%	4,503	22
9	Standard Deviation, Entropy	86.67%	4,054	39

Berdasarkan hasil pengujian parameter orde satu diatas, didapatkan akurasi terbaik dengan menggunakan parameter kombinasi antara *standard deviation* dan *entropy* yaitu sebesar 86,67% dengan waktu komputasi 4,054 detik. Sementara akurasi terendah didapatkan saat menggunakan parameter *variance* yaitu sebesar 31,11% dengan waktu komputasi 4,915 detik. *Standard deviation* adalah ukuran sebaran nilai statistik pada citra sedangkan *entropy* adalah ukuran ketidakteraturan bentuk suatu citra[14]. Hasil terbaik diraih dengan kombinasi fitur *standard*

deviation dan *entropy*. Hal ini terjadi karena nilai statistik pada citra mata katarak lebih tinggi dibandingkan dengan mata normal serta tingkat keberagaman citra katarak lebih bervariasi sehingga kombinasi ciri antara *standard deviation* dan *entropy* memberikan tingkat akurasi yang baik dalam hal ini.

4.2 Pengujian Parameter Blok Size DCT

Pengujian tahap ini menggunakan Parameter order satu yaitu kombinasi antara *Standard Deviation* dan *Entropy* karena pada pengujian sebelumnya mendapatkan akurasi yang terbaik. Nilai yang digunakan pada pengujian ini adalah 5, 10, 20, dan 25. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Terhadap Orientasi

No.	Blok DCT	Akurasi	Waktu Komputasi	Jumlah benar
1	5	86,67%	4,054	39
2	10	51,11%	2,646	23
3	20	37,78%	2,389	17
4	25	80%	2,408	36

Berdasarkan hasil pengujian diatas, akurasi terbaik didapatkan pada blok DCT 5 dengan akurasi sebesar 86,67% serta didapatkan pula akurasi terendah pada blok dct 20 dengan akurasi sebesar 37,78%. Berdasarkan waktu komputasi, didapatkan waktu komputasi terbaik pada saat blok dct bernilai 20 yaitu 2,389 detik dan waktu komputasi terendah yaitu saat blok dct bernilai 5 yaitu 4,054 detik. Dapat dilihat bahwa semakin besar nilai blok DCT yang digunakan, semakin rendah tingkat akurasi yang diperoleh. Hal ini terjadi karena orisinalitas dari citra yang asli akan semakin hilang seiring meningkatnya kompresi citra menjadi $N \times N$ blok . Tetapi waktu komputasi yang dibutuhkan semakin cepat dikarenakan semakin besar nilai blok DCT yang digunakan, sistem akan mengkompresi citra menjadi $N \times N$ blok yang lebih banyak mengakibatkan waktu komputasi yang dibutuhkan sistem lebih cepat. Maka untuk pengujian selanjutnya menggunakan blok DCT dengan akurasi tertinggi yaitu blok 5.

4.3 Pengujian Parameter Epoch pada JST Backpropagation

Epoch (iterasi) merupakan siklus perubahan bobot yang terjadi pada saat proses pelatihan JST. Biasanya kondisi berhenti diatur ketika *epoch* sudah tercapai. Pada tahap ini kita mulai menguji parameter *epoch* dari JST *Backpropagation*. Disini dilakukan 8 kali pengujian dengan 8 macam nilai *epoch* yaitu: 100, 200, 500, 1000, 2000, 4000, 5000, dan 10000. Kemudian setiap macam *epoch* diuji dengan 45 buah data.

Tabel 3. Hasil Pengujian Epoch pada JST Backpropagation

No.	Epoch	Akurasi	Waktu Komputasi	Jumlah Benar
1	100	75,56%	4,852	34
2	200	62,22%	4,695	28
3	500	82,22%	5,599	37
4	1000	86,67%	4,054	39
5	2000	82,22%	4,522	37
6	4000	80,00%	4,477	36
7	5000	64,44%	4,306	29
8	10000	71,11%	4,755	32

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa akurasi terbaik didapatkan saat *epoch* bernilai 1000 yaitu sebesar 86,67% dan akurasi terendah didapatkan saat *epoch* bernilai 200 yaitu sebesar 62,22%. Waktu komputasi terbaik didapatkan saat *epoch* bernilai 1000 yaitu 4,054 detik sementara waktu komputasi terendah saat *epoch* bernilai 500 yaitu 5,599 detik. Dapat dilihat bahwa akurasi *epoch* terbaik didapatkan saat *epoch* bernilai 1000 lalu setelah itu mengalami penurunan. Rata-rata akurasi sistem menurun karena sistem mengalami *overfit*. Sistem mengalami *overfit* saat nilai *epoch* 2000 ditandai dengan nilai rata-rata akurasi sistem yang menurun.

4.4 Pengujian Parameter Learning Rate pada JST Backpropagation

Learning rate adalah nilai yang digunakan JST dalam proses pelatihan. *Learning rate* mempunyai rentang nilai antara 0 sampai 1. Jika nilainya semakin besar, maka akan semakin cepat proses pelatihnnya. Sebaliknya jika nilainya semakin kecil, maka akan semakin lambat proses pelatihnnya. Pada tahap ini, kita melakukan pengujian JST *Backpropagation* dengan menggunakan parameter *learning rate*. Dilakukan pengujian dengan 6 nilai parameter *learning rate* yang berbeda dan mendapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Learning Rate* pada JST *Backpropagation*

No.	Learning Rate	Akurasi	Waktu Komputasi	Jumlah Benar
1	0,001	86,67%	4,054	39
2	0,1	77,78%	4,449	35
3	0,5	82,22%	3,809	37
4	0,7	71,11%	3,851	32
5	0,9	60,00%	3,671	27
6	1	86,67%	3,844	39

Dari pengujian parameter *learning rate* memperlihatkan bahwa besarnya nilai *learning rate* mempunyai pengaruh terhadap akurasi sistem. Terlihat bahwa penambahan nilai *learning rate* sampai nilai tertentu memberikan rata-rata akurasi sistem yang berbeda. Pada nilai *learning rate* 0,001 didapatkan hasil akurasi terbaik sebesar 86,67%. Berdasarkan hasil pengujian diatas kita menemukan nilai akurasi yang sama yaitu saat parameter *learning rate* bernilai 0,001 dan 1. Disini kita melakukan perbandingan terhadap waktu komputasinya. Maka berdasarkan hasil komputasi, parameter *learning rate* yang bernilai 1 menghasilkan waktu yang baik yaitu 3,844 detik. Kita memilih menggunakan parameter *learning rate* yang bernilai 1 untuk pengujian selanjutnya karena waktu komputasinya lebih baik dibanding parameter *learning rate* yang bernilai 0,001.

4.5 Pengujian Parameter *Hidden Layer* pada JST *Backpropagation*

Neuron sebagai elemen pada proses JST mempunyai peranan penting dalam kinerja JST itu sendiri. Pada pengujian ini akan diuji pengaruh dari jumlah neuron *hidden layer* pada JST dalam mengklasifikasikan data jenis penyakit mata katarak ini. Pada tahap ini, kita melakukan pengujian JST *Backpropagation* dengan menggunakan parameter *hidden layer*. Dilakukan pengujian dengan 6 nilai parameter *hidden layer* yang berbeda dan mendapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian *Hidden Layer* pada JST *Backpropagation*

No.	Hidden Layer	Akurasi	Waktu Komputasi	Jumlah Benar
1	5	86,67%	3,666	39
2	10	86,67%	3,716	39
3	15	82,22%	3,529	37
4	20	71,11%	3,538	32
5	50	60%	4,637	27
6	80	60%	4,545	27

Dari hasil pengujian parameter *hidden layer*, didapatkan hasil akurasi terbaik sebesar 86,67% pada saat *hidden layer* bernilai 5 dan 10 serta didapatkan hasil akurasi terburuk sebesar 60 pada saat *hidden layer* bernilai 50 dan 80. Jadi, semakin banyak jumlah neuron *hidden layer* tidak menjamin akurasi sistem akan menjadi lebih baik. Hal ini hanya bisa dilakukan dengan cara *trial-and-error*. Terlihat pula bahwa semakin banyak jumlah neuron *hidden layer* menyebabkan proses pelatihan menjadi lebih lama sehingga memungkinkan bila jaringan mulai kehilangan kemampuan generalisasinya dan pada akhirnya akurasi menjadi semakin menurun seperti pada gambar diatas. Tetapi kita menemukan kembali ada 2 akurasi yang sama-sama bernilai terbaik. Maka dari itu kita melihat hasil dari waktu komputasinya, didapatkan waktu komputasi terbaik yaitu 3,666 detik saat parameter *hidden layer* bernilai 5.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sistem pendeteksi mata katarak ini:

1. Sistem ini sudah mampu mengklasifikasikan jenis katarak menggunakan metode DCT (*Discrete Cosine Transform*) dan klasifikasi Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* (JST *Backpropagation*).
2. Pada pengujian parameter ciri orde satu hasil yang terbaik adalah kombinasi antara *standard deviation* dan *entropy* dengan akurasi sebesar 86,67%.
3. Ekstraksi ciri DCT mempunyai akurasi terbesar pada saat blok *size* DCT bernilai 5 dengan akurasi sebesar 86,67%.
4. Hasil klasifikasi terbaik diraih saat menggunakan parameter *epoch* bernilai 1000, *learning rate* bernilai 1, dan *hidden layer* bernilai 5 dengan akurasi sebesar 86,67%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Faktor Penyebab Kerusakan Mata - Dokter Sehat.” <http://doktersehat.com>.
- [2] K. K. Republik Indonesia, “Katarak Sebabkan 50% Kebutaan.” <http://www.depkes.go.id>, Jakarta, 2016.
- [3] Y. Nur Fuadah, A. W. Setiawan, T. L.R. Mengko, and Budiman, “Mobile Cataract Detection Using Optimal Combination Of Statistical Texture Analysis,” in *4th International Conference on Instrumentation, Communications, Information Technology, and Biomedical Engineering (ICICI-BME)*, 2015.
- [4] Y. Nur Fuadah, A. Wahyu Setiawan, and T. L.R. Mengko, “Performing High Accuracy Of The System For Cataract Detection Using Statistical Texture Analysis and K-Nearest Neighbor,” in *International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, 2015.
- [5] N. P. Tearani, “Peningkatan Kompresi Citra Digital Menggunakan Discrete Cosine Transform – 2 Dimension (DCT – 2D),” pp. 1–5, 2014.
- [6] A. Harjoko, “Pemrosesan Citra Digital untuk Klasifikasi Mutu Buah Pisang Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan,” no. March, 2015.
- [7] K. Annie, “Katarak.” Academia.edu, Jayapura, 2015.
- [8] R. R. Isnanto, I. Santoso, T. D. Prihartono, T. S. Widodo, and A. Susanto, “Sistem Pengenalan Iris Mata Berdasar Tekstur Menggunakan Ekstraksi Ciri Energi Pada Alihragam Wavelet Haar,” *J. Sist. Komput.*, vol. 2, no. 1, 2012.
- [9] W. Burger and M. J. Burge, *Principles of Digital Image Processing*. 2009.
- [10] D. Cosine and P. Y. A. Press, “Discrete Cosine and Sine Transforms General Properties Fast Algorithms and Integer Approximations,” 2006.
- [11] S. K. David, “Penerapan Algoritma Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Pengenalan Pola Tanda Tangan,” *Jurnal Teknologi*, vol. 6 Nomor 2. Pontianak, pp. 139–146, 2013.
- [12] H. Jaka Permana, “Open Library - Deteksi Kualitas Keju Cheddar Layak Makan Berdasarkan Tekstur Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform (DCT) Dengan Klasifikasi Decision Tree Pada Citra Digital.” 2018.
- [13] Matlab R2018a, “trainlm,” 2006. [Online]. Available: <https://www.mathworks.com/help/deeplearning/ref/trainlm.html;jsessionid=af9a48289007e06504ac784fccd3>.
- [14] J. Putra Tanjung, M. Zarlis, and M. Ramli, “Manuscript Info Abstract Introduction : - ISSN : 2320-5407,” vol. 6, no. 3, pp. 359–369, 2018.