

## **SISTEM DETEKSI KATARAK BERDASARKAN TEKSTUR GRAY LEVEL COOCURRENCE MATRIX DENGAN KLASIFIKASI JARAK MINKOWSKI**

**Gede Arya Wiguna<sup>1</sup>, Jannes Bastian Selly<sup>2</sup>,  
Pande Putu Agus Santoso<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Informatika STKIP Citra Bina Nusantara;

<sup>2</sup>Program Studi DIII Kebidanan STIKES Citra Husada Mandiri Kupang;

<sup>3</sup>Program Studi Sistem Informasi STIKOM BALI.

Email : gede.arya@cbn.ac.id

### **ABSTRAK**

Mata adalah organ penglihatan yang sangat penting bagi manusia. Mata terdiri dari sistem optik kompleks yang mengumpulkan cahaya dari sekitarnya. Gangguan mata yang dapat menyebabkan kebutaan salah satunya adalah katarak. Data dari Riset Kesehatan Dasar Kementerian Kesehatan Republik Indonesia melaporkan prevalensi katarak di Provinsi Nusa Tenggara Timur adalah 2,3%. Tiga alasan utama penderita katarak adalah karena ketidaktahuan (41,4%), ketidakmampuan (14,1%), dan ketidakberanian (5,7%). Hal ini berarti bahwa kebutaan akibat katarak di NTT cukup tinggi karena banyak penderita katarak tidak mengetahui dirinya mempunyai penyakit katarak. Pemeriksaan katarak di rumah sakit menggunakan alat slit lamp, namun alat ini hanya terdapat pada rumah sakit yang memiliki poli mata. Oleh karenanya diperlukan sistem deteksi katarak yang dapat membantu mendeteksi katarak sehingga dapat dilakukan tindakan dengan tepat. Tujuan penelitian ini yaitu merancang sistem deteksi katarak berdasarkan nilai statistik tekstur (*Gray Level Co-Occurrence Matrix*) dengan klasifikasi jarak Minkowski. Penelitian ini menggunakan kamera *Nikon D90 12,3 Megapixel* dengan lensa *AFD Nikon 50 mm f1.8* untuk memperoleh citra mata normal dan katarak. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem ini mampu untuk mendeteksi dan mengklasifikasi mata normal, katarak *imatur* dan katarak *matur* dengan akurasi 94,74% pada variasi nilai statistik tekstur dengan jarak pixel antar tetangga 5 pixel dengan klasifikasi jarak minkowski pada koefisien minkowski  $\lambda = 1$ ,  $\lambda = 2$  dan  $\lambda = 3$ .

**Kata kunci:** *deteksi katarak, nilai statistik tekstur, jarak minkowski*

### **ABSTRACT**

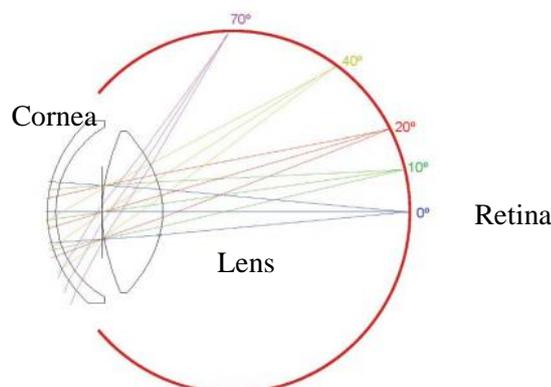
*The eye is an organ of vision that is very important for humans. The eye consists of a complex optical system that collects light from the surroundings. Eye disorders that can cause blindness are cataracts. Data from the basic health research of the Republic of Indonesia Ministry of Health reports that the prevalence of cataract in East Nusa Tenggara (NTT) province is 2.3%. The three main reasons for cataract sufferers are due to ignorance (41.4%), disability (14.1%), and lack of courage (5.7%). This means that blindness due to cataract in NTT is quite high because many sufferers do not know that they have cataract disease. Cataract examination at the hospital using a slit lamp device, but this tool is only available in hospitals that have eye departments. Therefore a cataract detection system is needed that can help detect cataracts so that action can be taken appropriately. The purpose of this study is to design a cataract detection system based on the texture statistical values (gray level co-occurrence matrix) with Minkowski distance classification. This study uses a 12.3 megapixel Nikon D90 camera with AFD lens*

nikon 50 mm f1.8 for obtain the image of normal eye and cataracts. the results obtained show that this system is able to detect and classify normal eyes, imatur cataract and mature cataract with an accuracy of 94,74% on variations in texture statistical values with a pixel distance between nieghbors of 5 pixel with minkowski distance classification at minkowski koefisient  $\lambda = 1$ ,  $\lambda = 2$  and  $\lambda = 3$ .

**Keywords:** cataract detection, texture statistical values, minkowski distance

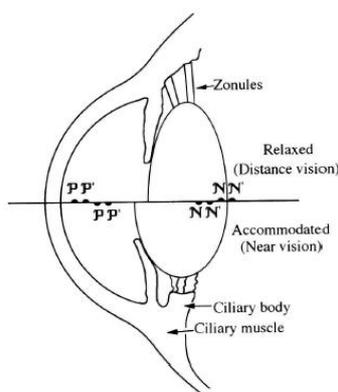
## 1. Pendahuluan

Mata merupakan organ penglihatan yang sangat penting bagi manusia. Mata terdiri dari sistem optik kompleks yang mengumpulkan cahaya dari lingkungan sekitarnya. Intensitas cahaya diatur melalui diafragma yang kemudian difokuskan melalui lensa mata. Intensitas cahaya tersebut masuk melalui pupil dan membentuk sebuah gambar pada retina. Diagram skematik sistem optik mata ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Skematik sistem optik mata**(Navarro, 2009).

Lensa mata merupakan kapsul elastis yang terdiri dari protein lensa terutama protein larut air (*water soluble protein*) yang disebut kristalin(Prinyanti, 2013). Kapsul elastis ini yang dapat menyebabkan daya akomodasi pada lensa mata. Daya akomodasi lensa adalah kemampuan mata untuk dapat memfokuskan pada jarak dekat dan jauh. Ilustrasi daya akomodasi mata di tunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Pengaruh akomodasi mata pada bentuk dan posisi lensa mata**  
(Atchison, 2017)

Seiring bertambahnya usia dan adanya paparan yang terus-menerus oleh agen dari luar, menyebabkan gangguan mekanisme proteksi antioksidan lensa mata sehingga terjadi akumulasi radikal bebas yang berlebihan (Prinyanti, 2013). Reaksi radikal bebas dengan lipid membran sel lensa dan protein akan menyebabkan *cross-linking* lipid dan protein, agregasi protein lensa, peningkatan protein tidak larut air (*water insoluble protein*) sehingga menyebabkan kejernihan lensa menurun dan terjadi katarak (Prinyanti, 2013). Kekeruhan ini akibat hidrasi cairan lensa, atau denaturasi protein lensa serta akibat gangguan metabolisme normal lensa yang dapat timbul pada usia tertentu (Ilyas, 2009). Jadi katarak merupakan salah satu keadaan patologik lensa, dimana lensa menjadi keruh. Berdasarkan maturitasnya, katarak senilis dapat dibagi menjadi empat yaitu *insipien*, *imatur*, *matur* dan *hipermatur* (Ilyas, 2009).

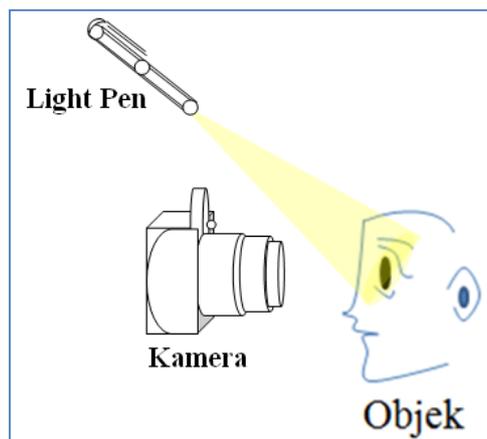
Di Indonesia, khususnya pada provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) prevalensi katarak sebesar 2,3% dengan tiga alasan utama penderita katarak belum dioperasi adalah karena ketidaktahuan (41,4%), tidak mampu membiayai (14,1%), dan ketidakberanian (5,7%) (RISKESDAS, 2013). Hal ini berarti bahwa kebutaan akibat katarak cukup tinggi karena banyak penderita katarak tidak mengetahui dirinya mempunyai penyakit katarak. Penyakit katarak tidak dapat dicegah, namun dapat disembuhkan melalui operasi (Allen & Vasavada, 2006), oleh karena itu penting untuk mendeteksi penyakit katarak sebelum terjadi kebutaan. Penelitian deteksi katarak berbasis citra digital diantaranya yaitu menggunakan analisis statistik tekstur dan K-Nearest Neighbor dengan akurasi pengujian sebesar 94,5% (Fuadah, Setiawan, & Mengko, 2015). Pada penelitian katarak menggunakan histogram diperoleh nilai akurasi 79,03% dalam kondisi bebas dan 88,47% dalam kondisi mata tegak lurus dengan kamera (Wirawan & Soelistio, 2017). Pada penelitian ini dibuat sistem deteksi katarak berbasis citra digital menggunakan nilai statistik ekstraksi tekstur (*Gray Level Co-Occurrence Matrix*) dengan klasifikasi jarak Minkowski.

## 2. Metode

Metode deteksi katarak yang digunakan yaitu metode secara tidak langsung. Deteksi dilakukan pada bagian luar mata. Prinsip yang digunakan yaitu memanfaatkan pantulan cahaya yang menuju mata. Perambatan cahaya menuju mata dan dipantulkan dalam pupil mengikuti hukum Snellius (Supriyanti & Ramadhani, 2011). Cahaya pantulan dari mata kemudian ditangkap dengan kamera. Kamera berfungsi sebagai sistem deteksi yang menangkap cahaya dan juga mengubah citra analog mata menjadi citra digital.

### Peralatan dan Obyek Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Kamera *Nikon D90 12,3 Megapixel* dengan lensa *AFD Nikon 50 mm F1.8* dan *light pen "ONEMED"*. Obyek penelitian ini yaitu pasien penderita katarak berdasarkan tingkat maturitasnya (*Imatur* dan *Matur*) dan mata orang normal. Data citra mata katarak (baik, *imatur* dan *matur*) di validasi oleh dokter spesialis mata di Rumah Sakit Umum Daerah S. K. Lerik Kota Kupang. Adapun skema penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.



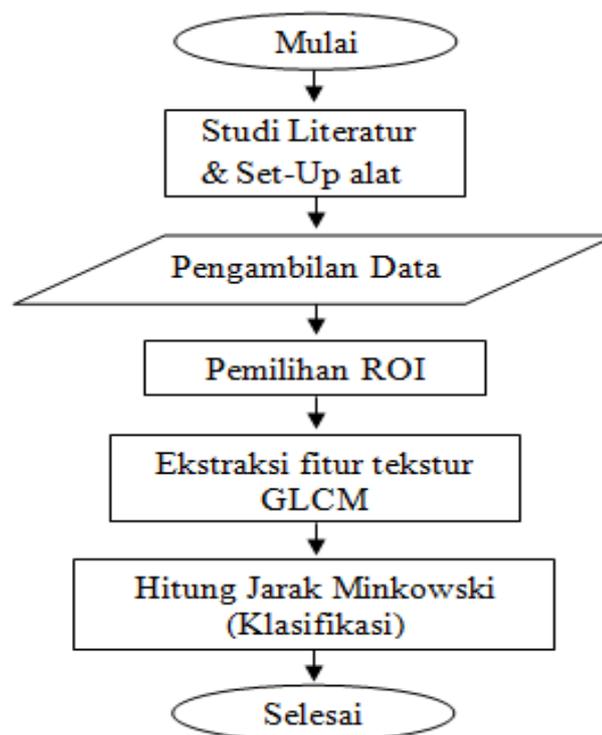
**Gambar 3. Skema Penelitian.**

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu *set-up* alat, pengambilan data, pengolahan citra, ekstraksi fitur tekstur citra, dan terakhir melakukan klasifikasi. Gambaran secara umum prosedur penelitian di tunjukkan pada Gambar 4.

#### a) Pengambilan Gambar

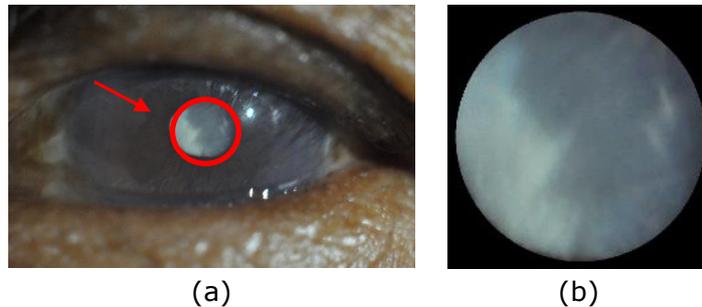
Data penelitian berupa citra diperoleh dengan melakukan foto pada mata penderita katarak. Jarak pengambilan citra mata katarak dengan kamera yaitu  $15 \pm 1$  cm. Cahaya *light pen* diarahkan menuju mata. Pantulan cahaya dari mata kemudian ditangkap oleh kamera. Hasil citra yang diperoleh dari proses ini yaitu file citra dengan ekstensi .JPG dengan ukuran 4288 x 2848 pixel.



**Gambar 4. Prosedur Penelitian**

## b) Pengolahan Citra

Pengolahan citra bertujuan memperbaiki citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau komputer. Pengolahan citra pada penelitian ini yaitu pemilihan ROI (*Region of Interest*) dibagian pupil mata. Pemilihan ROI di pupil mata karena bagian ini mempresentasikan tingkatan katarak pada mata. Adapun proses pemilihan roi dan hasilnya ditampilkan pada Gambar 5.



**Gambar 5. (a) Pemilihan ROI pada pupil mata dan (b) hasil ROI.**

## c) Ekstraksi Fitur Citra menggunakan GLCM

Ekstraksi fitur citra menggunakan GLCM. Pada fitur citra GLCM terdapat 14 fitur, namun pada penelitian ini hanya menggunakan 4 fitur yang terdapat pada matlab yaitu Kontras ( $\sigma$ ), energi (E), homogenitas (H) dan korelasi (K) (Sumber GLCM).

### 1) Kontras

Kontras digunakan untuk mengukur variasi lokal tingkat derajat keabuan dalam matriks *Co-occurrence*.

$$\sigma = \sum_i \sum_j (i - j)^2 C(i, j) \quad (1)$$

### 2) Energi

Nilai energi bertolak belakang dengan nilai entropi. Semakin tinggi nilai entropi maka nilai energi akan semakin rendah. Hal ini dikarenakan, nilai energi menggambarkan keteraturan penyebaran derajat keabuan suatu citra. Nilai energi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$E = \sum_i \sum_j C^2(i, j) \quad (2)$$

### 3) Homogenitas

Homogenitas digunakan untuk mengukur kedekatan distribusi elemen dalam matriks GLCM.

$$H = \sum_i \sum_j \frac{C(i, j)}{1 + |i - j|} \quad (3)$$

### 4) Korelasi

Korelasi digunakan untuk mengukur ketergantungan linier sebuah citra

$$K = \sum_i \sum_j \frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j)C(i, j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (4)$$

Ekstraksi tekstur citra pada penelitian ini dilakukan variasi pada jarak pixel antar tetangga. Variasi jarak pixel antar tetangga yang dilakukan yaitu pada jarak : 1 pixel, 2 pixel, 3 pixel, 4 pixel, 5 pixel, 7 pixel dan 10 pixel. Variasi ini dilakukan untuk mengetahui apakah jarak antar pixel tetangga berpengaruh terhadap hasil kalsifikasi.

#### d) Algoritma Jarak Minkowski

Jarak Minkowski merupakan jarak yang digunakan untuk mengetahui jarak antara nilai statistik tekstur citra uji dan citra latih yang didasarkan pada akar dari jumlah perbedaan absolut. Jarak Minkowski merupakan bentuk umum dari jarak Manhattan dan Jarak Euklidean. Jarak Minkowski secara umum dapat dituliskan sebagai berikut (Grabusts, 2011):

$$d_{ij} = \left( \sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}|^\lambda \right)^{\frac{1}{\lambda}} \quad (5)$$

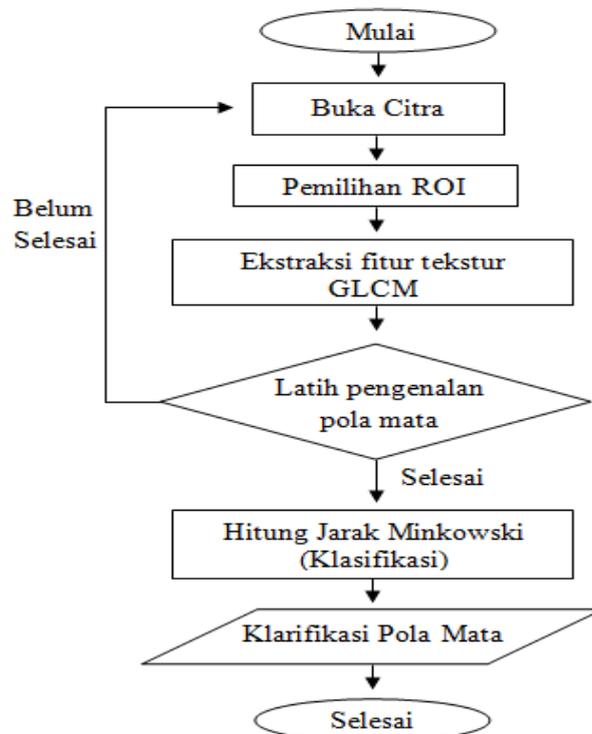
Dimana  $n$  adalah jumlah dimensi,  $x_{ik}$  adalah nilai statistik tekstur citra uji,  $x_{jk}$  nilai statistik tekstur citra latih dan adalah  $\lambda$  koefisien Minkowski. Pada penelitian ini koefisien Minkowski yang digunakan yaitu 1, 2 dan 3. Untuk koefisien Minkowski  $\lambda = 1$ , persamaan jarak Minkowski merupakan persamaan jarak Manhattan seperti dituliskan pada persamaan di bawah ini.

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}| \quad (6)$$

Untuk koefisien Minkowski  $\lambda = 2$ , persamaan jarak Minkowski merupakan jarak Euklidean seperti di bawah ini.

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}|^2} \quad (7)$$

Alur algoritma deteksi katarak menggunakan jarak Minkowski ditunjukkan pada Gambar 6.



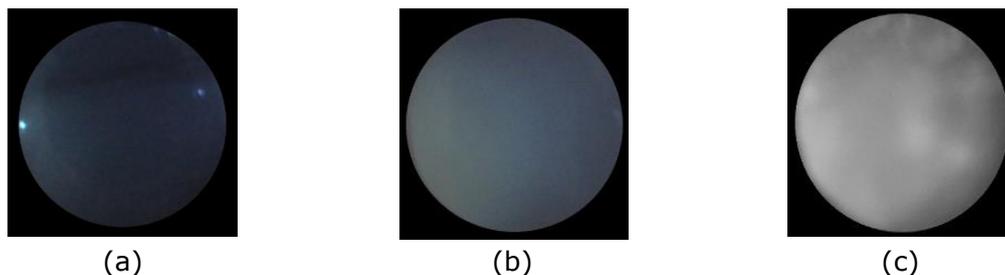
**Gambar 6.** Alur algoritma deteksi katarak menggunakan metode jarak Euclidean.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Citra Latih

Tahapan awal penelitian yaitu mendapatkan citra mata normal, katarak imatur, dan katarak matur yang terverifikasi dokter sebagai citra pelatihan. Hasil citra tersebut digunakan sebagai citra latih pengenalan tekstur pada citra mata normal, katarak imatur dan matur. Adapun citra latih yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 7.





**Gambar 7. Citra hasil foto dan citra hasil pemilihan ROI sebagai citra latih (a) Mata Normal, (b) Katarak Imatur, (c) Katarak Matur.**

Hasil ekstraksi fitur GLCM pada citra latih ditampilkan pada Tabel 1.

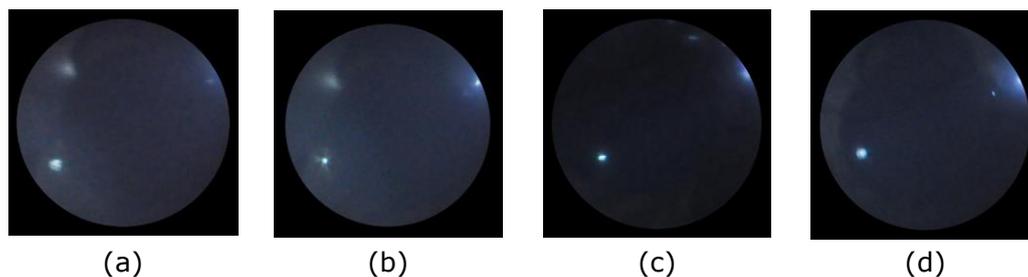
**Tabel 1. Nilai ekstraksi tekstur dengan variasi jarak pixel antar tetangga**

		Jarak antar pixel tetangga						
		1 pixel	2 pixel	3 pixel	4 pixel	5 pixel	7 pixel	10 pixel
NORMAL	Kontras	0,0297	0.0401	0.0443	0.0480	0.0526	0.0618	0.0772
	Korelasi	0,9532	0.9369	0.9302	0.9244	0.9172	0.9027	0.8787
	Energi	0,4537	0.4459	0.4434	0.4416	0.4392	0.4347	0.4276
	Homogenitas	0,9854	0.9807	0.9791	0.9779	0.9764	0.9736	0.9692
IMATUR	Kontras	0,0615	0,0854	0.1078	0.1316	0.1559	0.2058	0.2876
	Korelasi	0,9731	0.9625	0.9524	0.9417	0.9306	0.9076	0.8689
	Energi	0,3734	0.3679	0.3634	0.3587	0.3542	0.3462	0.3352
	Homogenitas	0,9729	0.9676	0.9630	0.9583	0.9536	0.9445	0.9309
MATUR	Kontras	0,0648	0.1175	0.1714	0.2279	0.2867	0.4114	0.6126
	Korelasi	0,9895	0.9808	0.9719	0.9625	0.9526	0.9313	0.8960
	Energi	0,2564	0.2506	0.2452	0.2397	0.2342	0.2238	0.2095
	Homogenitas	0,9801	0.9724	0.9651	0.9575	0.9497	0.9341	0.9109

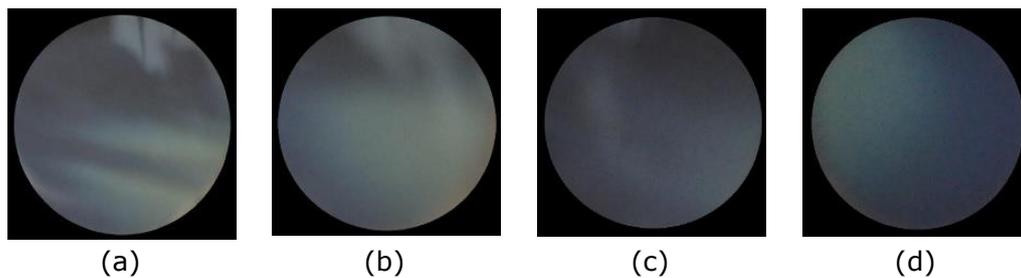
Dari Tabel 1. nilai kontras dan korelasi citra mata normal paling rendah rendah sedangkan nilai energi paling tinggi. Pada citra mata katarak matur nilai kontras dan korelasi paling tinggi dan energi paling rendah. Pada citra mata katarak imatur, nilai kontras, korelasi, energi berada diantara citra mata normal dan citra mata katarak matur. Dari keseluruhan citra nilai homogenitas tidak menunjukkan pola. Dari keseluruhan data dapat dilihat berarti bahwa citra mata normal memiliki variasi lokal derajat keabuan dan ketergantungan linier sebuah citra yang rendah dibandingkan citra mata katarak, tetapi memiliki keteraturan penyebaran derajat keabuan yang lebih besar.

### Citra Uji dan Pengujian

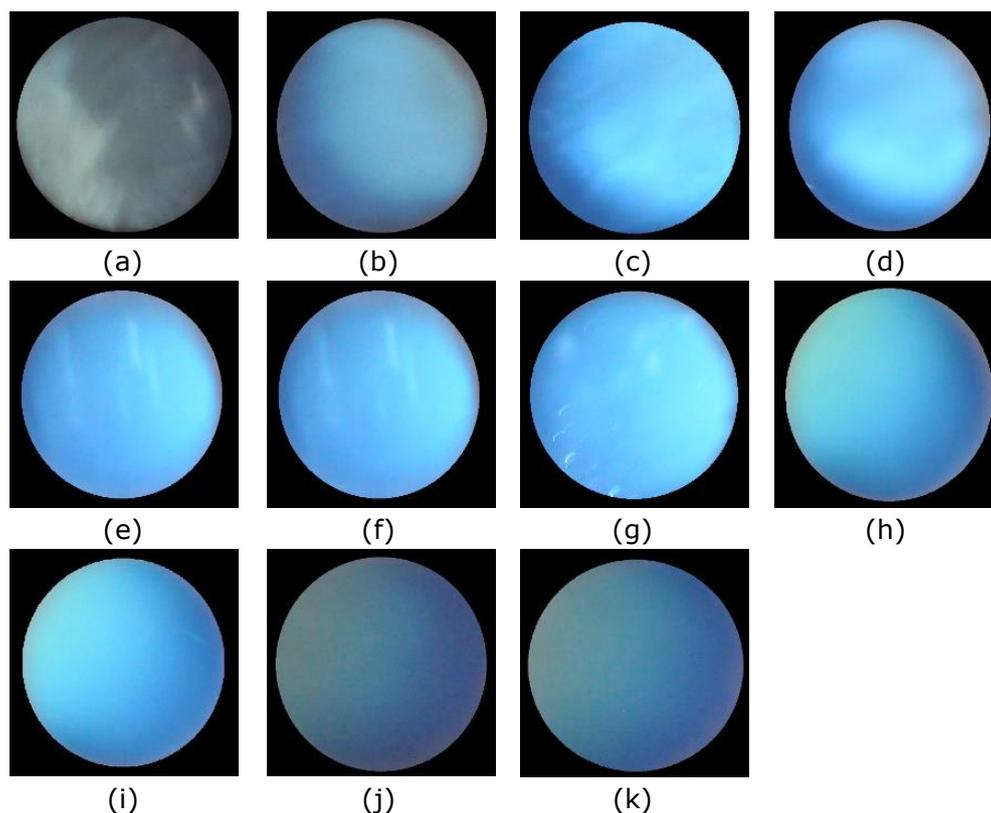
Setelah tahapan pelatihan selesai tahapan selanjutnya yaitu tahapan pengujian. Citra uji pada penelitian ini terdiri dari 4 citra mata normal, 4 citra mata katarak imatur dan 11 citra mata katarak matur. Citra mata normal, Citra mata katarak imatur dan citra mata katarak imatur hasil pemilihan ROI ditunjukkan pada Gambar 8, Gambar 9 dan Gambar 10.



**Gambar 8. Citra mata normal : (a) N1, (b) N2, (c) N3, (d) N4.**



**Gambar 9. Citra mata katarak imatur (a) Ima1, (b) Ima2, (c) Ima3, (d) Ima4.**



**Gambar 10. Citra mata katarak matur (a) Ma1, (b) Ma2, (c) Ma3, (d) Ma4, (e) Ma5, (f) Ma6, (g) Ma7, (h) Ma8, (i) Ma9, (j) Ma10, (k) Ma11.**

Hasil pengujian diperoleh bahwa ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil uji citra menggunakan metode jarak Manhattan, jarak Euklidean, dan jarak Minkowski**

Jarak Antar Pixel	Jarak Manhattan			Jarak Euklidean			Jarak Minkowski		
	Benar	Salah	%	Benar	Salah	%	Benar	Salah	%
1 pixel	16	3	84,21	15	4	78,95	15	4	78,95
2 pixel	17	2	89,47	17	2	89,47	16	3	84,21
3 pixel	17	2	89,47	17	2	89,47	17	2	89,47
4 pixel	18	1	94,74	17	2	89,47	17	2	89,47
5 pixel	18	1	94,74	18	1	94,74	18	1	94,74
7 pixel	18	1	94,74	18	1	94,74	18	1	94,74
10 pixel	18	1	94,74	18	1	94,74	18	1	94,74

Berdasarkan Tabel 2. untuk jarak antar tetangga 1 pixel, nilai akurasi paling besar saat klasifikasi menggunakan jarak Manhattan yaitu sebesar 84,21%. Dari tabel juga ditunjukkan bahwa nilai jarak antar pixel mempengaruhi tingkat akurasi, semakin besar jarak antara pixel nilai akurasi semakin tinggi pada ketiga metode klasifikasi. Nilai akurasi maksimum yaitu sebesar 94,74 % pada jarak antar pixel 5 pada ketiga metode klasifikasi. Nilai akurasi ini stabil sampai jarak antar tetangga 10 pixel. Hal ini menunjukkan bahwa jarak pixel antar tetangga mempengaruhi nilai statistik tekstur GLCM. Semakin besar jarak pixel antar tetangga nilai statistik tekstur GLCM pada mata normal, katarak imatur dan katarak matur semakin terbedakan. Keadaan ini terjadi karena sifat fisis dari cahaya yang mengenai mata. Cahaya tersebut memiliki penjalaran yang berbeda-beda karena komposisi mata normal, katarak imatur dan katarak matur berbeda-beda.

#### 4. Kesimpulan & Saran

Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa sistem ini mampu untuk mendeteksi dan mengklasifikasi mata normal, katarak *imatur* dan katarak *matur* dengan akurasi 94,74% pada variasi nilai statistik tekstur dengan jarak pixel antar tetangga 5 pixel dengan klasifikasi jarak Minkowski pada koefisien Minkowski  $\lambda = 1$ ,  $\lambda = 2$  dan  $\lambda = 3$ .

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih peneliti tujukan kepada DP2M DIKTI yang telah mendanai penelitian ini dengan skema Penelitian Dosen Pemula dengan nomor kontrak 0632/K8/KM/2018. Pimpinan Rumah sakit S.K. Lerik Kota Kupang & Staff Rumah sakit S.K. Lerik Kota Kupang khususnya di bagian poli mata yang memberikan fasilitas selama pengambilan data berlangsung.

## Pustaka Acuan

- Allen, D., & Vasavada, A. (2006). Cataract and surgery for cataract. *BMJ (Clinical Research Ed.)*. <http://doi.org/10.1136/bmj.333.7559.128>
- Atchison, D. A. (2017). Optics of the Human Eye. In *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.09773-3>
- Fuadah, Y. N., Setiawan, A. W., & Mengko, T. L. R. (2015). Performing high accuracy of the system for cataract detection using statistical texture analysis and K-Nearest Neighbor. In *2015 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications, ISITIA 2015 - Proceeding*. <http://doi.org/10.1109/ISITIA.2015.7219958>
- Grabusts, P. (2011). The Choice of Metrics for Clustering Algorithms. *Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference*.
- Ilyas, S. (2009). *Ikhtisar Ilmu Penyakit Mata*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- Navarro, R. (2009). The optical design of the human eye: A critical review. *Journal of Optometry*. <http://doi.org/10.3921/joptom.2009.3>
- Prinyanti, W. (2013). *Kadar malondialdehyde serum pasien katarak senilis matur lebih tinggi daripada katarak senilis imatur*. Pasca Sarjana Universitas Udayana, Denpasar.
- RISKESDAS. (2013). Riset Kesehatan Dasar 2013. *Riset Kesehatan Dasar*, 231–242. <http://doi.org/10.1186/1475-2875-1-1> Desember 2013
- Supriyanti, R., & Ramadhani, Y. (2011). The Achievement of Various Shapes of Specular Reflections for Cataract Screening System Based on Digital Images. *2011 International Conference on Biomedical Engineering and Technology*, 11, 75–79.
- Wirawan, V., & Soelistio, Y. E. (2017). Model Klasifikasi Mata Katarak dan Normal Menggunakan Histogram.

