

Implementasi Metode Transformasi Wavelet Diskrit Dengan K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Penyakit Mata

Muhammad Attiqi Alghozali¹, Dinar Putra Pamungkas², Umi Mahdiyah³

Universitas Nusantara PGRI Kediri¹, Universitas Nusantara PGRI Kediri², Universitas Nusantara PGRI Kediri³

muhammadattiqialghozali@gmail.com¹, danar@unpkediri.ac.id²,
umimahdiyah@unpkediri.ac.id³

Abstrak

Mata merupakan organ pada manusia yang berfungsi sebagai melihat objek disekitar dengan pantulan cahaya yang diterima oleh retina. Indra penglihatan ini bisa terkena penyakit antara lain yang sering terjadi yaitu katarak, adapun penyakit lain seperti glaucoma dan penyakit retina. Penyakit mata tersebut akan mengganggu aktivitas dari penderita dan bisa juga menyerang ke psikisnya. Dalam memeriksa dan memastikan penyakit mata tersebut dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi, dengan berkembangnya teknologi identifikasi penyakit mata dapat dilakukan. Melalui sebuah gambar hasil fundus retina penderita, dari gambar dapat diproses menggunakan metode pengolahan citra. Dengan menggabungkan pengolahan citra dengan metode klasifikasi dari machine learning gambar dapat diproses hingga diidentifikasi kelasnya. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk melakukan klasifikasi penyakit mata menggunakan metode transformasi wavelet diskrit dengan K-nearest neighbor, mendapatkan tingkat akurasi sebesar 61% dalam klasifikasi sebuah kelas. Hasil tersebut menandakan bahwa klasifikasi dapat dilakukan dengan cukup baik, tetapi dalam hasil yang didapatkan tidak semua kelas dapat melakukan klasifikasi dengan baik. Menggunakan dataset dari Kaggle 300 dataset mata normal, 100 dataset mata katarak, 101 dataset mata glaucoma, dan 100 dataset mata penyakit retina, terdapat 4 kelas gambar fundus retina. Fundus retina merupakan gambar yang didapatkan hasil dari penangkapan menggunakan alat bernama Ophthalmoscope dimana alat ini yang membantu menerangi dan memperbesar gambaran dalam mata untuk menghasilkan tangkapan fundus retina.

Kata Kunci : katarak, penyakit, mata, wavelet, knn

A. PENDAHULUAN

Penyakit mata dapat dirasakan apabila penderita mengalami gejala seperti penglihatan kabur atau merasa saat melihat sebuah objek akan seperti melihat awan. Setiap penyakit mata memiliki ciri dan gejala masing-masing. Mata salah satu organ tubuh manusia yang berperan penting dalam beraktivitas sehari-hari [1]. Jika organ mata terkena penyakit maka aktivitas sehari-hari akan terganggu sehingga kurangnya maksimal dalam beraktivitas. Berdasarkan survei dari *Rapid Assessment of Avoidable Blindness (RAAB)* pada tahun 2014 sampai dengan 2016 penyakit mata katarak dapat menyebabkan kebutaan dengan presentasi tertinggi 81% [2]. Penyakit mata difokuskan dalam penelitian ini terdapat 3 jenis yaitu katarak, glaucoma, dan penyakit retina.

Penanganan dari jenis penyakit mata yang disebutkan sebelumnya dapat ditangani oleh dokter spesialis mata dengan melakukan pengobatan sesuai dengan gejala yang diidentifikasi oleh dokter itu sendiri. Dalam identifikasi tersebut dokter akan memerlukan waktu yang cukup untuk menganalisa ciri secara manual dengan mengamati secara langsung fundus retina pasien atau penderita. Fundus retina sendiri merupakan bagian mata dalam dimana dalam melihat mata bagian dalam memerlukan alat yaitu *Ophthalmoscope* alat tersebut akan membantu menerangi dan memperbesar objek mata dalam untuk dianalisa. Teknologi terus berkembang seiring perubahan zaman, sistem pengolahan citra menjadi solusi yang dapat digunakan dalam membantu identifikasi penyakit mata pasien [3].

Pengolahan citra fundus retina digunakan metode *Wavelet Transformation Discrete*. Metode *wavelet* memproses gambar dengan melakukan dekomposisi, menjadikan gambar semakin rinci kedalam pecahannya[4]. Dalam klasifikasinya digunakan metode dari *machine learning* yaitu *K-nearest neighbor* dengan menggunakan *Euclidean distance* sebagai pencarian jarak terdekat atau tetangga terdekatnya. Oleh karena hal itu, dalam membantu identifikasi penyakit mata dapat

memanfaatkan sistem kecerdasan buatan dengan informasi citra yang didapatkan dalam pengolahannya dapat menjadikan sebuah ciri tersendiri untuk membedakan antara penyakit satu dengan lain.

Terdapat penelitian terdahulu dengan memiliki topik penelitian yang berkaitan, penelitian oleh Muhammad Zahir dan Rizal Adi Saputra pada tahun 2024 dengan penelitian Deteksi Penyakit Retinopati Diabetes Menggunakan Citra Mata Dengan Implementasi Deep Learning CNN mendapatkan hasil akurasi sebesar 96% [5], berikutnya terdapat penelitian dari Ericco Andreas dan Wijang Widhiarso dengan penelitian berjudul Klasifikasi Penyakit Mata Katarak Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur Inception V3 dengan menggunakan dataset 400 citra gambar *funduscopy* memperoleh akurasi sebesar 100% dimana yang berarti metode tersebut dapat melakukan klasifikasi dengan baik [6], penelitian oleh Farid Rahman Nurdin, Tining Haryanti, dan Muhammad Amirul Haq dengan penelitian Penerapan Algoritma YOLO yang efektif digunakan untuk deteksi citra fundus retina didapatkan hasil yang baik dalam melakukan deteksi citra fundus [7], penelitian oleh Kevin Oktavius, Siska Devella dengan penelitian Perbandingan Algoritma LVQ dan RBFNN untuk identifikasi Glaukoma dan Diabetes Retinopati pada citra fundus memperoleh hasil 81,06% yang berarti metode yang dipakai sudah bagus dalam identifikasi[8].

B. LANDASAN TEORI

1. Organ mata

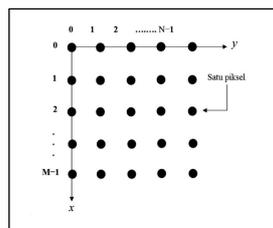
Mata sebagai organ penglihatan pada manusia merupakan organ terpenting dalam tubuh manusia. Cara bekerja mata untuk melihat objek yaitu menerima cahaya dari luar diterima difokuskan ke lensa mata. Seiringnya bertambah usia pasti kualitas dari mata untuk melihat objek lain akan berkurang, adapun hal yang mempengaruhi kualitas dari penglihatan mata yaitu penyakit pada mata. Penyakit mata dalam penelitian ini dibahas 3 jenis penyakit yaitu katarak, glaucoma, dan penyakit retina.

Penyakit mata katarak memiliki ciri secara visualisasi terdapat kekeruhan pada lensa yang mengakibatkan penderita penyakit ini merasakan seperti melihat awan saat melihat objek. Katarak paling banyak dipengaruhi oleh bertambahnya usia, katarak sendiri memiliki tingkat keparahannya bisa sampai mengakibatkan kebutaan mat ajika tidak segera ditangani oleh pihak dokter.

Penyakit glaucoma secara visualisasi memiliki ciri seperti katarak yaitu kekeruhan pada lensa tetapi penyebabnya berbeda, glaucoma disebabkan oleh tingginya tekanan intraocular pada mata intraocular ini merupakan cairan yang ada pada mata. Tekanan intraocular terlalu tinggi menyebabkan glaucoma. Penyakit mata retina memiliki ciri secara visualisasinya terlihat seperti permukaannya terdapat lilin dan pucat, penderita penyakit ini akan menderita rabun senja karena cahaya yang diterima oleh lensa terurai oleh lapisan lensanya [9].

2. Citra

Citra adalah gambaran kemiripan pada suatu objek asli, citra dapat berbentuk berupa hardfile seperti kertas cetak dapat juga berbentuk dalam digital dimana bentuk citra tersebut disimpan dalam computer. Citra digital dapat diolah menggunakan computer karena citra tersebut diketahui terbentuk oleh matriks M sebagai baris dan Matrix N sebagai kolom. Citra digital inilah yang nanti diproses dalam sistem klasifikasi dan melakukan pelatihan ditanya juga [10].



Gambar 1. Matriks Citra Digital

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

Berdasarkan persamaan (1), matriks citra gambar 1 diketahui bahwa x sebagai baris dan y sebagai kolom. Nilai fungsi titik koordinat ini yang memberikan tingkat keabuan atau warna pada citra digital.

3. K-Nearest Neighbor

Metode yang mencari nilai kedekatan jarak tetangga satu dengan yang lain merupakan istilah singkat dari metode KNN. Metode ini melakukan klasifikasi dari nilai terdekat dataset. Dalam penentuan tetangga terdekatnya KNN akan dilakukan *vote majority* atau dikenal sebagai banyak kemunculan kelas pada nilai K tertentu. Dengan kemunculan kelas terbanyak akan dinyatakan kelas sesuai dengan banyak kelas yang muncul [11].

$$D(a, b) = \sqrt{\sum_{k=1}^d (a_k - b_k)^2} \dots\dots\dots(2)$$

Pada persamaan (2) merupakan rumus dari KNN dalam mencari jarak tetangga terdekatnya. Scalar dari kedua vector a dan b dengan ukuran dimensinya sebagai D.

4. Transformasi Wavelet Diskrit

Metode pengolahan citra ini melakukan dekomposisi pada citra digital untuk dibagi kedalam 4 dimensi berbeda yaitu LL, LH, HL, dan HH. Metode ini awalnya dikembangkan untuk melakukan analysis pada sinyal yang memiliki sifat sementara seperti gempa bumi, dengan berkembangnya waktu dan teknologi pendukung metode ini mulai digunakan sebagai pengenalan citra. Perubahan sinyal wavelet ini tidak akan merubah isi dari ciri citra yang diproses .

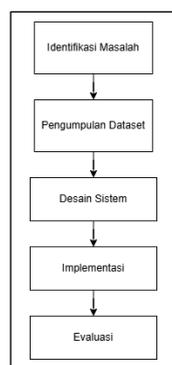
$$Lowpass = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (3)$$

$$Highpass = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (4)$$

Persamaan (3) dan (4) merupakan rumus dari transformasi wavelet diskrit *haar* pada perhitungan melakukan dekomposisi kedalam 4 dimensi yang disebut diatas. Dalam mendapatkan nilai dimensi LL maka dilakukan perkalian matriks dengan persamaan (3) perkalian baris dan kolom dilakukan dengan persamaan (3), jika HL dilakukan perkalian baris dan kolom dengan persamaan (4) lalu dengan persamaan (3), jika LH dilakukan perkalian baris dan kolom dengan persamaan (3) lalu dengan persamaan (4), dan jika nilai HH dilakukan perkalian baris dan kolom dengan persamaan (4) lalu dengan persamaan (4).

C. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian identifikasi jenis penyakit mata dari citra digital ini dilakukan sesuai dengan latar belakang yang dijelaskan. Gambar 2 merupakan metode penelitian yang telah dilakukan :



Gambar 2. Metode Tahapan Penelitian

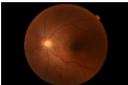
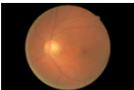
1. Identifikasi masalah

Sebelum melakukan penelitian dilakukan identifikasi masalah untuk memfokuskan masalah dan memberikan batasan masalah agar tujuan yang direncanakan dapat berjalan terstruktur sesuai rencana.

2. Pengumpulan Dataset

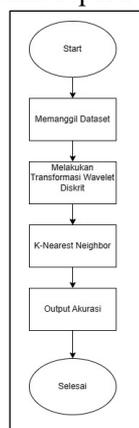
Dataset sangat diperlukan dalam melakukan sebuah penelitian karena dataset sendiri merupakan sebuah objek sampel yang akan diuji. Dataset diperoleh dari *website Kaggle* dimana *website* ini menyediakan berbagai dataset. Penelitian ini menggunakan dataset penyakit mata dengan memiliki 4 kelas didalamnya yaitu 300 citra fundus normal, 100 citra fundus katarak, 101 citra fundus glaucoma, dan 100 citra fundus penyakit retina. Data tersebut dapat diunduh dengan total ukuran 4GB seperti pada Tabel 1, dalam mencari data dalam *Kaggle* menggunakan *keyword* “*cataract dataset*”.

Tabel 1. Dataset Citra Fundus Retina

Nomor	Gambar Fundus Retina	Dataset <i>Kaggle</i>	
		Jenis Penyakit	Jumlah Dataset
1		Normal	300
2		Katarak	100
3		Glaukoma	101
4		Kelainan Retina	100

3. Desain

Desain ini merupakan perancangan *flowchart* dari alur program yang diimplementasikan dan juga desain dari *website* yang akan digunakan sebagai portal untuk melakukan klasifikasi. Desain alur dari algoritma seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur Algoritma

4. Implementasi
Implementasi dilakukan sesuai dengan rancangan *flowchart* dan desain *website*. Disusun sesuai menggunakan *google colab jupyter notebook* sebagai program metode yang digunakan transformasi wavelet diskrit dengan KNN.
5. Evaluasi
Evaluasi dilakukan jika semua proses sudah selesai akan diamati untuk perkembangannya dan hasil yang diperoleh dari sistem yang dibuat.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Simulasi Algoritma

Diketahui misalnya terdapat matriks dari sebuah citra :

$$M = \begin{bmatrix} 8 & 9 & 2 & 3 \\ 9 & 8 & 3 & 6 \\ 6 & 6 & 5 & 9 \\ 4 & 5 & 2 & 4 \end{bmatrix} \dots\dots\dots(5)$$

Matriks pada persamaan 5 akan dilakukan pemrosesan transformasi wavelet, menggunakan persamaan dari (3) dan (4) untuk dihitung nilai LL, LH, HL, dan HH. Dengan konsep perhitungan yang sudah dijelaskan diatas, berikut sebagai contoh perhitungannya melakukan dekomposisi LL:

$$D_1^T = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 8 & 9 & 2 & 3 \\ 9 & 8 & 3 & 6 \\ 6 & 6 & 5 & 9 \\ 4 & 5 & 2 & 4 \end{bmatrix}$$

$$D_1^T = \begin{bmatrix} 12 & 12 & 3,5 & 5,7 \\ 6,4 & 7,1 & 4,9 & 9,2 \end{bmatrix}$$

Didapatkan matriks D_1^T matriks tersebut akan dilakukan transpose dan dilakukan perkalian baris dan kolom dengan persamaan (3) sesuai dengan konsep dekomposisi perhitungannya.

$$D_2 = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 12 & 6,4 \\ 12 & 7,1 \\ 3,5 & 4,9 \\ 5,7 & 9,2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16,8 & 6,49 \\ 9,45 & 9,87 \end{bmatrix}$$

Didapatkan hasil dekomposisi citra LL dengan matriks D_2 . Setelah itu perhitungan dilakukan hingga mendapatkan 4 dimensi hasilnya dan dilakukan berulang pada semua citra dataset.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan mencari nilai tetangga terdekat untuk melakukan klasifikasi menggunakan metode KNN dengan persamaan (2). Dalam menentukan kelas sebuah data baru jika diketahui data input gambar baru dan diapatkan nilai hasil jarak perhitungan data baru dengan data latih.

Pada Tabel 2 didapatkan hasil klasifikasi dengan permisalan nilai K=4 maka nilai terdekat 4 yaitu katarak, glaucoma, Normal, dan katarak. Dari hasil tersebut dilakukan *vote majority* hasil klasifikasi ditentukan dengan kemunculan kelas terbanyak yaitu katarak. Hasil dan contoh perhitungan diatas menggunakan data *dummy* hal ini dikarenakan keterbatasan dalam mengolah nilai citra secara langsung dengan jumlah matriks yang banyak dan besar.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Jarak KNN

No	Label	Hasil Jarak
		Total LL+LH+HL+HH/4
1	Normal	5,4625
2	Katarak	6,605
3	Normal	5,06
4	Retina Disease	6,725

No	Hasil Jarak	
	Label	Total LL+LH+HL+HH/4
5	Glaukoma	4,96
6	Katarak	5,16
7	Glaukoma	5,35
8	Katarak	4,615

2. Hasil implementasi program

Didapatkan *confussion matrix* pada tabel 3 sebagai evaluasi dari hasil pengujian menggunakan total dataset 601. Dengan *test size* 10% dan nilai K terbaiknya 16.

Tabel 3. *Confusion Matrix*

	0	1	2	3
Precision	0,61	0,50	0,00	0,50
Recall	0,97	0,20	0,00	0,08
F1-score	0,75	0,29	0,00	0,13
Sippot	36	5	7	13
Accuracy				61%

Nilai akurasi tersebut didapatkan dari perhitungan :

$$Akurasi = \frac{\text{jumlah prediksi benar}}{\text{jumlah total prediksi}} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{37}{61} \times 100\% = 0,6066 = 61\%$$

Menghasilkan performa akurasi pada klasifikasi cukup bisa digunakan, tetapi dalam melakukan klasifikasi kelas 1 dan 2 yaitu katarak dan glaucoma metode ini hamper tidak bisa mengenali ciri dari dataset tersebut [12].

E. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil implementasi penggunaan sebuah metode klasifikasi dan pengolahan citra, transformasi wavelet dengan knn dalam melakukan klasifikasi citra digital fundus retina mendapatkan akurasi 61% klasifikasi terbaiknya pada kelas 0 atau Normal, hal ini dapat disebabkan karena dataset dari penyakit normal lebih mendominasi. Untuk kelas lain terutama kelas ke 2 dengan penyakit glaucoma sama sekali tidak bisa melakukan klasifikasi pada kelasnya.

Saran yang dapat disampaikan dalam penelitian ini bisa dikembangkan dengan penambahan ekstraksi fitur sebagai pengolahan citra, pembersihan gambar sebelum diproses bisa saja dapat meningkatkan tingkat akurasi dalam klasifikasi penyakit dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Juniati dan A. E. Suwanda, "Klasifikasi Penyakit Mata Berdasarkan Citra Fundus Retina Menggunakan Dimensi Fraktal Box Counting Dan Fuzzy K-Means," *Prox. J. Penelit. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 5, no. 1, hal. 10–18, 2022, doi: 10.30605/proximal.v5i1.1623.
- [2] Rokom, "Katarak Penyebab Terbanyak Gangguan Penglihatan di Indonesia," Redaksi Sehat Negeriku. Diakses: 20 Oktober 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/umum/20211012/5738714/katarak-penyebab-terbanyak-gangguan-penglihatan-di-indonesia/>
- [3] A. J. F. D. K. Geza Jeremia Bu'ulölö, "jm_informatika,+34208-73917-1-ED+375-382," vol. 16, no. 4, hal. 375–382, 2021.
- [4] M. D. Ramadhan dan B. Setiyono, "Pengolahan Citra untuk Mengetahui Tingkat Kesegaran Ikan Menggunakan Metode Transformasi Wavelet Diskrit," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 8, no. 1, hal. 23–28, 2019, doi: 10.12962/j23373520.v8i1.37715.
- [5] M. Zahir dan R. A. Saputra, "DETEKSI PENYAKIT RETINOPATI DIABETES

- MENGGUNAKAN CITRA MATA DENGAN IMPLEMENTASI DEEP LEARNING CNN,” vol. 18, hal. 121–132, 2024.
- [6] E. Andreas, W. Widhiarso, P. S. Informatika, U. Multi, dan D. Palembang, “KLASIFIKASI PENYAKIT MATA KATARAK MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ARSITEKTUR INCEPTION V3,” hal. 107–113, 2023.
- [7] S. Nasional, T. Elektro, S. Informasi, dan T. Informatika, “Penerapan Algoritma YOLO yang Efektif Digunakan Untuk Deteksi Citra Fundus Retina,” hal. 165–171, 2024.
- [8] D. Retinopati dan L. Vector, “Perbandingan Algoritma LVQ dan RBFNN Untuk Identifikasi Glaukoma dan Diabetes Retinopati Pada Citra Fundus,” vol. 1, no. 1, hal. 68–77, 2020.
- [9] Hartono, A. T. Hernowo, dan M. B. Sasongko, “Ilmu Kesehatan Mata FK UGM,” *Buku Ilmu Kesehat. Mata*, hal. 15–18, 2013.
- [10] P. Nurtantio Andono, Sutjono.T, dan Muljono, *Pengolahan Citra Digital*. 2017.
- [11] A. Perbandingan, A. Svm, dan D. A. N. C. N. N. Untuk, “COMPARATIVE ANALYSIS OF IMAGE CLASSIFICATION ALGORITHM FOR,” vol. 8, no. 2, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184553.
- [12] M. A. C, “Prediksi Keberlangsungan Studi Mahasiswa Fakultas Ilmu Pendidikan dan Sosial Universitas Nahdlatul Ulama Blitar,” vol. 1, no. 2, hal. 110–119, 2021.