

**IDENTIFIKASI PENYAKIT MATA BERDASARKAN CITRA FUNDUS
RETINA MENGGUNAKAN METODE TRANSFORMASI WAVELET
DAN K-NEAREST NEIGHBOR**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Penulisan
Skripsi/Tugas Akhir Pada Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Teknik Universitas Nusantara PGRI Kediri



Disusun Oleh :

MUHAMMAD ATTIQI ALGHOZALI

NPM : 2013020063

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER (FTIK)
UNIVERSITAS NUSANTARA PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA
UNP KEDIRI**

2024

Skripsi Oleh :

MUHAMMAD ATTIQI ALGHOZALI

NPM : 2013020063

Judul :

**IDENTIFIKASI PENYAKIT MATA BERDASARKAN CITRA FUNDUS
RETINA MENGGUNAKAN METODE TRANSFORMASI WAVELET
DAN K-NEAREST NEIGHBOR**

Telah disetujui untuk diajukan Kepada
Panitia Ujian/Sidang Skripsi Prodi Teknik Informatika
FTIK UN PGRI Kediri

Tanggal: 3 Juli 2024

Pembimbing I



Danar Putra Pamungkas, M.Kom.
NIDN. 0708028704

Pembimbing II



Umi Mandiyah, S.Pd., M.Si
NIDN. 0729098903

Skripsi

MUHAMMAD ATTIQI ALGHOZALI

NPM: 2013020063

Judul:

**IDENTIFIKASI PENYAKIT MATA BERDASARKAN CITRA FUNDUS
RETINA MENGGUNAKAN METODE TRANSFORMASI WAVELET
DAN K – NEAREST NEIGHBOR**

Telah Diseminarkan dan Disetujui untuk Dilanjutkan
Guna Penulisan Skripsi/Tugas Akhir
Prodi Teknik Informatika

Tanggal : 15 Juli 2024

Dinyatakan Telah Memenuhi Persyaratan

Panitia Penguji:

1. Ketua : Dinar Putra Pamungkas, M. Kom.
2. Penguji I : Made Ayu Dusea Widyadara, M. Kom
3. Penguji II : Rony Heri Irawan, M. Kom

Mengetahui,

Dekan Fakultas

Teknik dan Ilmu Komputer



Dr. Sulistiono, M. Si.

NIDN 0007076801

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : Muhammad Attiqi Alghozali
Jenis Kelamin : Laki – laki
Tempat/tgl. Lahir : Kediri/ 28 Januari 2002
NPM : 2013020063
Fak/Jur./Prodi : FTIK/ S1 TEKNIK INFORMATIKA

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar Pustaka.

Kediri, 3 Juli 2024
Yang Menyatakan



MUHAMMAD ATTIQI ALGHOZALI
NPM. 2013020063

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“*Sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan*”

- Al-Insyirah · Ayat 6 -

“*Everything I Need is On The Ground*”

- Song Lyrics – Rose from Blackpink –

Skripsi ini dipersembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya Ayah dan Ibu yang selalu memberikan dukungan, doa yang selalu diberikan, motivasi dalam segala hal yang saya lakukan yang tak pernah henti sampai saat ini.
2. Adik dan Seluruh keluarga dari kedua orang tua saya yang selalu memberikan semangat disaat bertemu mengobrol bersama.
3. Teman – teman SMA terdekat saya yang selalu memberikan semangat, juga saran dan masukan dan mendengarkan cerita saya.
4. Teman – teman dari Angkatan 2020 Teknik Informatika, terimakasih telah membantu selama dari semester awal hingga akhir dalam bertukar pendapat saling memberikan semangat.
5. Dosen Pembimbing Bapak Dinar Pamungkas, M. Kom selaku pembimbing 1 dan Ibu Umi Mahdiyah, S.Pd ., M. Si selaku pembimbing 2, yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan doa dalam menyelesaikan karya skripsi ini.
6. Terakhir, saya persembahkan untuk diri saya sendiri Muhammad Attiqi Alghozali *You're doing great.*

ABSTRAK

Muhammad Attiqi Alghozali, Identifikasi penyakit mata berdasarkan citra fundus retina menggunakan metode transformasi wavelet dan *K-nearest neighbor*, Skripsi, Teknik Informatika, FTIK UN PGRI Kediri 2024.

Kata Kunci: Mata, Penyakit mata, knn, *wavelet*

Mata merupakan sebuah indra penglihatan pada manusia yang memiliki fungsi sebagai melihat objek, mata dapat tersjangkit beberapa jenis penyakit seperti katarak, glaucoma, dan penyakit retina. pada masing-masing jenis penyakit tersebut tentunya memiliki tingkat keparahan masing-masing dan juga ciri dari gejala maupun bentuk visualisasi matanya. Teknologi semakin berkembang dan bercabang seiring bertambahnya zaman, pemanfaatan teknologi bisa juga digunakan dalam melakukan identifikasi sebuah penyakit baik dari gejala yang diderita pasien, hasil bentuk penangkapan gambar objek, bisa juga dalam bentuk x-ray.

Dalam penelitian ini dilakukan identifikasi penyakit mata dengan hasil tangkapan citra fundus retina, menggunakan metode pengolahan citra Transformasi Wavelet Diskrit dan metode K-Nearest Neighbor sebagai metode klasifikasi dari *machine learning*. Didapatkan hasil implementasi dengan penggunaan metode transformasi wavelet diskrit dengan K-NN menghasilkan performa sebesar 61%. Dimana hasil performa tersebut cukup dalam melakukan klasifikasi sebuah gambar tetapi dalam hasil *confusion matrix* yang didapatkan untuk kelas penyakit glaucoma sama sekali tidak bisa melakukan klasifikasi kelasnya. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah total 601, dengan *detail* normal 300, katarak 100, 101 glaukoma, dan 100 penyakit retina.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kehadiran Allah Tuhan Yang Maha Kuasa, karena hanya atas perkenaan-Nya tugas penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “Identifikasi Penyakit Mata Berdasarkan Citra Fundus Retina Menggunakan Metode Transformasi Wavelet dan K-Nearest Neighbor” ini ditulis guna memenuhi sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer, pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri.

Penulis menyadari dengan sepenuh hati bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Pada Kesempatan ini diucapkan terima kasih dan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada :

1. Dr. Zainal Afandi, M.Pd. Selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang selalu memberikan dorongan motivasi kepada mahasiswa.
2. Dr. Sulistiono, M.Si. Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer yang selalu memberikan dukungan moral kepada mahasiswa.
3. Risa Helilintar, M.Kom. Ketua Program Studi Teknik Informatika yang selalu memberikan arahan kepada mahasiswa.
4. Danar Putra Pamungkas, M.Kom. Selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan bimbingannya.
5. Umi Mahdiyah, S.Pd., M.Si, Selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingannya.
6. Kedua Orang Tua saya dan Keluarga atas doa, kasih sayang dan dukungan yang selalu diberikan setiap saat.
7. Ucapan Terima Kasih juga disampaikan kepada pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak menyelesaikan proposal skripsi ini.

Disadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan tegur, kritik, dan saran-saran dari berbagai pihak sangat diharapkan. Disertai harapan semoga proposal skripsi ini ada manfaat bagi kita semua, khususnya bagi dunia pendidikan.

Kediri,

Muhammad Attiqi Alghozali

NPM. 2013020063

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah.....	3
D. Batasan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat dan Kegunaan Penelitian	5
G. Metode Penelitian	5
H. Jadwal Penelitian	7
I. Sistematika Penulisan Laporan	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
A. Landasan Teori.....	10
B. Kajian Pustaka.....	19
BAB III ANALISA DAN DESAIN SISTEM	23
A. Desain Sistem.....	23
B. Desain Sistem (<i>Arsitektur</i>)	42

C. Desain Menu/Aplikasi.....	44
BAB IV IMPLEMENTASI DAN HASIL	46
A. Implementasi Lembar Kerja	46
a. Keterkaitan Lembar Kerja.....	47
b. Implementasi Program (Development)	47
c. Pengujian Sistem.....	49
d. Hasil	62
e. Evaluasi Hasil.....	63
BAB V PENUTUP.....	66
A. Kesimpulan.....	66
B. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2. 1 Titik koordinat sistem citra	10
Gambar 2. 2 Retina Mata Katarak.....	12
Gambar 2. 3 Retina Mata Glaucoma.....	13
Gambar 2. 4 Kelainan Retina	14
Gambar 2. 5 Mata Normal	14
Gambar 2. 6 Dekomposisi <i>Wavelet</i> Diskrit.....	17
Gambar 2. 7 Use Case Diagram	42
Gambar 2. 8 Activity Diagram User	43
Gambar 2. 9 Desain Halaman Homepage	44
Gambar 2. 10 Desain Halaman About	44
Gambar 2. 11 Simulasi Algoritma Wavelet dan KNN.....	24
Gambar 2. 12 Citra Fundus Retina Normal	25
Gambar 2. 13 Simulasi Algoritma Wavelet, Deteksi tepi, dan KNN	39

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. 1 Jadwal Penelitian.....	7
Tabel 3. 1 Dataset Fundus Retina Mata	23
Tabel 3. 2 Citra Nilai Piksel dalam biner	25
Tabel 3. 3 Nilai Piksel Citra.....	26
Tabel 3. 4 Nilai LL.....	28
Tabel 3. 5 Nilai HL	29
Tabel 3. 6 Nilai LH	31
Tabel 3. 7Nilai LH	32
Tabel 3. 8Citra 8-bit Hasil Transformasi Wavelet	32
Tabel 3. 9 Citra data training.....	33
Tabel 3. 10 InputGambar	35
Tabel 3. 11 Perhitungan Jarak.....	37
Tabel 3. 12 Hasil Jarak.....	37
Tabel 3. 13 Jika $K = "1"$	38
Tabel 3. 14 Jika $K = "3"$	38
Tabel 4. 1 Halaman Home	50
Tabel 4. 2 Halaman About	50
Tabel 4. 3 Action Tombol Proses.....	50
Tabel 4. 4 Action Tombol Input.....	50
Tabel 4. 5 Menampilkan Gambar.....	51
Tabel 4. 6 Uji Data Input	51
Tabel 4. 7 Skenario Gambar 400x400	52
Tabel 4. 8 Skenario Ukuran 600x600	53
Tabel 4. 9 Skenario Ukuran 200x200	54
Tabel 4. 10 Skenario Ukuran 800x800	55
Tabel 4. 11 Skenario 1 metode wavelet dengan deteksi tepi	57
Tabel 4. 12 Skenario 2 metode wavelet dengan deteksi tepi	57
Tabel 4. 13 Skenario 3 metode wavelet dengan deteksi tepi	57
Tabel 4. 14 Hasil Pengolahan Citra Sampel Dataset Normal	59

Tabel 4. 15 <i>Confussion Matrix</i>	64
Tabel 4. 16 <i>Confussion Matrix</i> Transformasi Wavelet,	64

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Katarak merupakan jenis dari salah satu penyakit lensa mata pada organ manusia. Penyakit ini ditandai dengan penderita yang kesulitan dalam melihat objek yang berada didekatnya (Fadli, t.t.). Hal tersebut dikarenakan retina mata tertutup selaput yang mengganggu penerimaan cahaya dari luar. Mata adalah indra penglihatan yang membantu manusia dalam melihat objek. Organ ini sangat berperan penting terhadap manusia dalam membantu melakukan aktivitas (Juniati & Suwanda, 2022). Retina salah satu bagian dari mata yang berperan dalam penerimaan cahaya dan memantulkannya. Mata sangat berperan penting dalam aktivitas manusia, jika mata terkena serangan penyakit seperti katarak akan menyebabkan penderita mengalami kebutaan. Berdasarkan data nasional Survei Kebutaan *Rapid Assessment of Avoidable* (RAAB) tahun 2014 – 2016 Kemenkes, katarak menjadi penyebab tertinggi kebutaan dengan presentase 81% (Rokom, 2021).

Mata katarak dapat diketahui saat penderita merasa terganggu pada penglihatannya. Untuk memastikan sebuah penyakit mata tersebut perlu diperiksa ke dokter. Dokter dapat memeriksa melalui fundus mata yaitu pengambilan gambar pada belakang bola mata. Selanjutnya, melakukan identifikasi melalui citra fundus tersebut untuk memastikan jenis penyakitnya. Ciri citra fundus retina penderita mata katarak salah satunya terlihat keruh dan pucat. Namun, terdapat penyakit mata lain yaitu glaucoma

yang memiliki ciri yang sama seperti katarak yaitu lensa mata terlihat keruh (Juniati & Suwanda, 2022). Dari masalah tersebut dalam membantu melakukan identifikasi penyakit dapat dibuat sebuah sistem klasifikasi citra yang dapat mengidentifikasi jenis penyakit katarak.

Dalam melakukan klasifikasi penyakit katarak terdapat hasil metode yang sudah dilakukan oleh peneliti terdahulu. Metode yang digunakan melakukan klasifikasi penyakit katarak menggunakan metode CNN model VGG – 16 dan ResNet50 dengan akurasi sebesar 96,76% dan 97,36% (Nurlizah dkk., 2022). Metode SVM (*Support Vector Machine*) dalam melakukan klasifikasi penyakit mata mendapat akurasi 96,67% (Rusdy Prasetyo dkk., 2023). Metode K-NN dengan menggunakan parameter GLCM mendapat akurasi 93,33% dalam melakukan klasifikasi penyakit mata (Fuadah dkk., 2019). Dalam penelitian ini digunakan Metode K-NN dengan *Discrete Wavelet Transformation* untuk mengetahui performa yang dihasilkan. Metode klasifikasi penyakit mata menggunakan jarak Euclidean hasil dari nilai RGB citra mendapat akurasi 89,47% (Wiguna, 2018). Metode CNN dengan arsitektur VGG-19 dalam klasifikasi jenis penyakit mata mendapat akurasi sebesar 65,29% (Marcella dkk., 2022). Dari beberapa metode yang digunakan dalam melakukan klasifikasi penyakit mata masing – masing memiliki tingkat akurasi yang berbeda.

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *K – Nearest Neighbor* dalam proses melakukan klasifikasi jenis penyakit katarak. Dalam penerapan metode K-NN sebelumnya citra fundus retina

diolah terlebih dahulu. Melalui segmentasi citra dengan metode Transformasi Wavelet membagi citra menjadi 4 kotak. Transformasi Wavelet melakukan pemecahan fungsi menjadi komponen dengan tingkat skala yang berbeda, setiap komponennya dapat dilakukan analisis sesuai karakteristik objek (Damanik & Tampubolon, 2021). Dilakukan analisis dengan mencari nilai dimensinya menggunakan perhitungan dimensi. Nilai dimensi tersebut digunakan sebagai ciri dari sebuah citra fundus retina. Dari penjelasan diatas penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa dari metode yang digunakan dalam melakukan klasifikasi dapat melakukan klasifikasi dengan baik dan memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

B. Identifikasi Masalah

Citra fundus menangkap citra saraf, macula, retina, dan pembuluh darah mata. Saat citra diperhatikan dengan mata telanjang antara citra fundus mata glaucoma dan mata katarak keduanya memiliki ciri yang sama keruh dan pucat, sehingga objek yang ditangkap dari fundus seperti saraf, macula dan retina tidak terlihat jelas. Dengan, kemajuan teknologi, Penyakit mata tersebut dataset dari Kaggle dapat diidentifikasi jenis penyakitnya melalui pengolahan citra *Discreate Transformation Wavelet* dan metode klasifikasi *K – Nearest Neighbor*.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan hasil identifikasi masalah diatas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengidentifikasi penyakit mata pada manusia?

2. Bagaimana cara mendapatkan nilai dimensi ciri citra mata dengan menggunakan metode Transformasi Wavelet untuk membedakan ciri dimensi citra?
3. Bagaimana performa Transformasi Wavelet Diskrit dengan *K-Nearest Neighbor* dalam melakukan identifikasi jenis penyakit mata?

D. Batasan Masalah

Berdasarkan perumusan masalah di atas, didapatkan batasan masalah yang digunakan untuk membatasi pokok bahasan agar terbatas dan pembahasan akan dapat lebih terperinci :

1. Metode Diskrit Transformasi Wavelet dalam melakukan segmentasi citra dan nilai dimensi citra.
2. Metode *K-Nearest Neighbor* dalam melakukan Identifikasi penyakit mata.
3. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk melakukan proses pengolahan dataset yaitu python
4. Dataset diperoleh dari website Kaggle “cataract dataset (kaggle.com)” dengan keyword “*cataract dataset*”.
5. Dari dataset fundus mata normal, mata katarak, mata glaucoma, dan mata penyakit retina dilakukan segmentasi menggunakan DWT dihitung nilai dimensinya dan dilakukan klasifikasi menggunakan metode dari K-NN.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini secara umum adalah untuk mendapatkan hasil dari penerapan metode diatas dapat mengidentifikasi citra. Tujuan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Untuk mengidentifikasi sebuah penyakit mata dapat dilakukan dengan cara pengolahan citra digital.
2. Mengetahui nilai ciri sebuah citra yang disegmentasi melalui metode Transformasi Wavelet dan klasifikasi data dengan metode K-Nearest Neighbor.
3. Mengetahui performa dari metode Transformasi Wavelet dengan K-Nearest Neighbor dalam klasifikasi data.

F. Manfaat dan Kegunaan Penelitian

Manfaat dan kegunaan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Membantu dalam melakukan identifikasi penyakit mata yang diderita manusia.
2. Mempersingkat waktu dalam melakukan identifikasi.
3. Mendapatkan pengetahuan tentang penyakit mata dan ciri-ciri masing-masing penyakit.
4. Memanfaatkan teknologi dalam identifikasi citra memberikan kesan keren dalam memanfaatkan teknologi pada zaman sekarang.

G. Metode Penelitian

Dalam penelitian yang dilakukan sesuai dengan latar belakang masalah yang disusun, Digunakan teknik penelitian kualitatif. Dengan prosedur penelitian yang digunakan untuk mengembangkan perencanaan

penelitian. Berikut merupakan metode penelitian yang saya terapkan dalam melakukan penelitian yang dilakukan :

1. Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan *review* jurnal terdahulu melakukan pemilihan topik berdasarkan jurnal penelitian yang sudah dilakukan.

2. Mengidentifikasi Masalah

Pada tahap ini, menentukan permasalahan pokok yang menjadi dasar dilakukannya penelitian ini.

3. Pengumpulan Dataset

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan dataset untuk dilakukan penelitian. Dataset bersifat skunder karena data yang dikumpulkan disini bersumber dari Kaggle website kumpulan dataset.

4. Menentukan Metode

Pada tahap ini, dilakukan penentuan metode yang akan digunakan untuk mengolah dataset gambar citra dan untuk melakukan klasifikasi.

5. Desain Sistem

Pada tahap ini, membuat sebuah susunan sistem dengan terstruktur agar dalam melakukan implementasi proses yang disusun sesuai dan menghasilkan hasil yang baik.

6. Implementasi Program

I. Sistematika Penulisan Laporan

Dalam melakukan penyusunan laporan skripsi yang direncanakan, terdapat 5 bab, sesuai dengan judul bab diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan mengenai latar belakang masalah yang diangkat untuk dibahas dalam penelitian. Identifikasi masalah, membahas masalah dan penanganan masalah tersebut. Rumusan Masalah, masalah yang akan dilakukan penelitian. Batasan Masalah, memberikan batas topik bahasan agar lebih rinci dan detail. Tujuan Penelitian, menjelaskan tujuan dilakukan penelitian. Manfaat dan Kegunaan, dampak dari penelitian yang dilakukan. Metode Penelitian, procedure penelitian yang dilakukan. Jadwal Penelitian, melakukan penjadwalan target penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan landasan dari teori, penjelasan teori yang akan digunakan dan disampaikan untuk melakukan penelitian. Kajian Pustaka melakukan pembahasan topik permasalahan dari hasil penelitian terdahulu. Desain sistem, pemaparan sistem yang akan dibentuk.

BAB III ANALISA DAN DESAIN SISTEM

Berisikan tentang penjelasan kebutuhan dari sistem yang akan dibuat dan perancangannya, dalam penelitian yang dilakukan digunakan metode K-Nearest Neighbor sebagai

metode identifikasi yang akan dilakukan untuk menentukan penyakit mata katarak dan glaucoma melalui segmentasi citra dengan Diskrit Transformasi Wavelet dan dicari nilai dimensi citra tersebut.

BAB IV HASIL DAN EVALUASI

Berisi tentang analisa kebutuhan, rancangan sistem, pembahasan dan implementasi yang digunakan, seperti menampilkan tingkat akurasi hasil dari metode K-Nearest Neighbor.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan akhir dari dibuatnya proposal yang disusun, Seperti, harapan dan manfaat yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Damanik, S. Y., & Tampubolon, K. (2021). Pengenalan Pola Citra Simbol Bahan Kimia Berbahaya menggunakan Metode Transformasi Wavelet. *MEANS (Media Informasi Analisa dan Sistem)*, 6(2), 112–116. <https://doi.org/10.54367/means.v6i2.1765>
- Danar Putra Pamungkas. (2019). Ekstraksi Citra menggunakan Metode GLCM dan KNN untuk Identifikasi Jenis Anggrek (Orchidaceae). *Innovation in Research of Informatics (INNOVATICS)*, 1, 51–56.
- Fadli, dr. R. (t.t.). *Katarak*. halodoc. Diambil 20 Oktober 2023, dari <https://www.halodoc.com/kesehatan/katarak>
- Fuadah, Y. N., Magdalena, R., Palondongan, S., & Kumalasari, N. (2019). Optimasi K-Nearest Neighbor Untuk Sistem Klasifikasi Kondisi Katarak. *TEKTRIKA - Jurnal Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi, Kendali, Komputer, Elektrik, dan Elektronika*, 4(1), 16. <https://doi.org/10.25124/tektrika.v4i1.1832>
- Harim, M., Saputra, R. A., Teknik, F., Oleo, U. H., Buatan, K., Citra, P., Tangan, D., & Tangan, T. (2023). *Segmentasi Citra Telapak Tangan menggunakan Deteksi Tepi*. 8(1), 9–16.
- Hartono, Hernowo, A. T., & Sasongko, M. B. (2013). Ilmu Kesehatan Mata FK UGM. *Buku Ilmu Kesehatan Mata*, 15–18.

- Juniati, D., & Suwanda, A. E. (2022). Klasifikasi Penyakit Mata Berdasarkan Citra Fundus Retina Menggunakan Dimensi Fraktal Box Counting Dan Fuzzy K-Means. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, 5(1), 10–18. <https://doi.org/10.30605/proximal.v5i1.1623>
- Marcella, D., Yohannes, Y., & Devella, S. (2022). Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur VGG-19. *Jurnal Algoritme*, 3(1), 60–70. <https://doi.org/10.35957/algoritme.v3i1.3331>
- No, V., Panggalih, K., Kurniawan, W., & Gata, W. (2022). Implementasi Perbandingan Deteksi Tepi Pada Citra Digital Menggunakan Metode Roberst , Sobel , Prewitt dan Canny Pendahuluan terlebih dahulu , sehingga pemrosesan citra (Image Processing) menjadi teknologi untuk menyelesaikan masalah dalam proses pengol. 5(2), 337–347.
- Nurlizah, R., Minarno, A. E., & Wicaksono, G. W. (2022). Klasifikasi Penyakit Katarak Pada Mata Manusia Menggunakan Metode Convolutional Neural Network. *Repositor*, 4(4), 491–496.
- Nurtantio Andono, P., Sutjono.T, & Muljono. (2017). *Pengolahan Citra Digital*.
- Pamungkas, D. P. (2019). Ekstraksi Citra menggunakan Metode GLCM dan KNN untuk Identifikasi Jenis Anggrek (Orchidaceae). *Innovation in Research of Informatics (INNOVATICS)*, 1(2), 51–56. <https://doi.org/10.37058/innovatics.v1i2.872>

- Rokom. (2021). *Katarak Penyebab Terbanyak Gangguan Penglihatan di Indonesia*. Redaksi Sehat Negeriku. <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/umum/20211012/5738714/katarak-penyebab-terbanyak-gangguan-penglihatan-di-indonesia/>
- Rusdy Prasetyo, A., Aditya, B. S., & Sussi. (2023). Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro Dan Komputer Analisis Perbandingan Algoritma Support Vector Machine (Svm) Dan Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Sistem Deteksi Katarak. *Juritek*, 3(1), 1–10.
- Wiguna, G. A. (2018). Sistem Deteksi Katarak Menggunakan Metode Ekstraksi Indeks Warna Dengan Klasifikasi Jarak Euklidean. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, 1(2), 40–46. <https://doi.org/10.37792/jukanti.v1i2.10>
- Fauziningrum, E., Pd, M., Suryaningsih, E. I., Pd, M., Maritim, B. I., Tree, D., & Matrix, C. (n.d.). *EVALUASI DAN PREDIKSI PENGUASAAN BAHASA INGGRIS MARITIM MENGGUNAKAN METODE DECISION TREE DAN CONFUSION MATRIX (STUDI KASUS DI UNIVERSITAS MARITIM AMNI)*.
- Prasetyo, M. B., WULANNINGRUM, R., & Sahertian, J. (2023). *Deteksi Penyakit Tanaman Jagung Berbasis Pengolahan Citra Digital Menggunakan Metode Color Moments dan GLCM* (Doctoral dissertation, Universitas Nusantara PGRI Kediri).