

## KLASIFIKASI NON-PROLIFERATIVE DIABETIC RETINOPATHY (NPDR) MELALUI CITRA IRIS MATA MENGGUNAKAN METODE FRAKTAL

### CLASSIFICATION OF NON-PROLIFERATIVE DIABETIC RETINOPATHY (NPDR) BY IRIS IMAGES USING FRACTAL METHOD

Anita Zainet<sup>1</sup>, Rita Magdalena<sup>2</sup>, Jangkung Raharjo<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom  
e-mail: [1anitazainet30@gmail.com](mailto:1anitazainet30@gmail.com), [2ritamagdalenat@telkomuniversity.ac.id](mailto:2ritamagdalenat@telkomuniversity.ac.id),  
[3jangkungraharjo@telkomuniversity.ac.id](mailto:3jangkungraharjo@telkomuniversity.ac.id)

**Abstract:** *The ability of human vision can be affected by disease attacks, one of which is caused by abnormalities in the eye, namely the retina. This disorder can be caused by Non-Proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR), NPDR is a disease of the retina of the eye caused by complications of diabetes. Non-Proliferative Diabetic Retinopathy is divided into three classes, namely mild NPDR, severe NPDR, and moderate NPDR. This aims to create a program that can be used to detect Non-Proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR) through iris images. Most people with diabetic retinopathy in the early stages do not feel the symptoms of visual disturbances, which causes delay in diagnosis in the treatment of this disease. Examinations to detect and classify the severity of diabetic retinopathy sufferers are currently carried out by trained medical personnel manually and require a relatively long time, so they are considered less effective and efficient. Therefore, the health sector needs a system that can be used to examine Non-Proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR) in a safer and more effective and efficient way using a system to detect the disease through eye fundus images. This study used 80 training image data and 40 test image data obtained from Messidor which were then extracted using the Fractal feature extraction method. These features are trained to use neural networks for classification. The resulting accuracy of this study is 95% with image resizing of 1024x1024 pikse, 16 fractal dimensions, 85 hidden layer, and 100 epoch.*

**Keywords:** *Non-Proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR), Fractals, Artificial Neural Networks (ANN).*

**Abstrak:** Kemampuan penglihatan manusia dapat mengalami gangguan oleh serangan penyakit, salah satu diantaranya disebabkan oleh kelainan pada bagian mata yaitu retina. Kelainan ini dapat disebabkan oleh *penyakit Non-Proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR)*, NPDR adalah penyakit pada retina mata yang disebabkan oleh komplikasi penyakit diabetes. *Non-Proliferative Diabetic Retinopathy* dibagi menjadi tiga kelas, yaitu *mild NPDR*, *severe NPDR*, dan *moderate NPDR*. ini bertujuan untuk membuat suatu program yang dapat digunakan untuk mendeteksi *Non-Proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR)* melalui citra iris mata. Sebagian besar penderita retinopati diabetik pada tahap awal tidak merasakan gejala-gejala gangguan penglihatan sehingga menyebabkan keterlambatan diagnosa dalam penanganan penyakit ini. Pemeriksaan untuk mendeteksi dan mengklasifikasi tingkat keparahan penderita retinopati diabetik saat ini dilakukan oleh tenaga medis terlatih secara manual dan membutuhkan waktu yang relatif lama, sehingga dinilai kurang efektif dan efisien. Maka dari itu, bidang kesehatan memerlukan sebuah sistem yang dapat digunakan untuk melakukan pemeriksaan penyakit *Non-Proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR)* dengan cara yang lebih aman serta efektif dan efisien menggunakan sistem untuk mendeteksi penyakit tersebut melalui citra fundus mata. Dalam penelitian ini digunakan 80 data citra latih dan 40 data citra uji yang didapatkan dari Messidor yang kemudian diekstrak menggunakan metode ekstraksi ciri Fraktal. Fitur-fitur tersebut dilatih menggunakan jaringan syaraf tiruan untuk dilakukan klasifikasi. Akurasi yang dihasilkan dari penelitian ini adalah 95% dengan *resize* citra sebesar 1024x1024 pikse, dimensi fraktal 16, *hidden layer* 85, dan *epoch* 100.

**Kata kunci:** *Non-Proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR), Fraktal, Jaringan Syaraf Tiruan (JST).*

## PENDAHULUAN

Retinopati diabetes merupakan kelainan pada mata yang disebabkan oleh komplikasi dari penyakit diabetes (Of & Mellitus, 2014). Pengaruh kebutaan pada penderita diabetes dapat disebabkan oleh Retinopati diabetes tingkat lanjut. Berdasarkan dari tingkat keparahannya, retinopati diabetes terbagi menjadi dua kelompok, yaitu retinopati diabetes *non proliferative* sebagai tahap awal, kemudian yang kedua adalah retinopati diabetes *proliferative* sebagai tahap lebih lanjut dari penyakit tersebut. Pada retinopati diabetes tipe *non proliferative* yang merupakan fase awal retinopati diabetes, ditandai dengan adanya *mikroaneurisma* atau pembengkakan pada pembuluh darah, kebocoran pada pembuluh darah, serta keluarnya bahan lemak dari pembuluh darah (Suroso, Fitri, Retnowaty, & Nurkhamdi, 2015).

Retinopati diabetes adalah penyakit pada retina mata yang disebabkan oleh komplikasi penyakit diabetes (Suroso et al., 2015) Retinopati diabetik menjadi salah satu penyebab utama kebutaan dan gangguan penglihatan. Pada tahun 2010 dari keseluruhan 32,4 juta tuna netra dan 191 juta penderita gangguan penglihatan, 0,8 juta mengalami kebutaan dan 3,7 juta mengalami gangguan penglihatan akibat retinopati diabetik dengan peningkatan yang mengkhawatirkan masing-masing sebesar 27% dan 64%. Berdasarkan dari keparahannya, retinopati diabetes dibagi menjadi dua kelompok, kelompok pertama yaitu retinopati diabetes *non proliferative* sebagai tahap awal dari penyakit ini, kemudian yang kedua adalah retinopati diabetes *proliferative* sebagai tahap lebih lanjut dari penyakit ini. Pada retinopati diabetes tipe *non proliferative* yang merupakan fase awal retinopati diabetes, ditandai dengan adanya *mikroaneurisma*, kebocoran pada pembuluh darah, serta keluarnya bahan lemak dari pembuluh darah (Y. S. Kurniawan, B. Hidayat, 2015).

Pada penelitian ini dibuat aplikasi pada Matlab untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan tingkat keparahan *Non-Proliferative Diabetic Retinopathy* (NPDR) yang diderita seseorang melalui citra iris mata dengan menggunakan metode fraktal dan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) sebagai klasifikasi.

## KAJIAN TEORI

### Diabetic Retinopathy

Retinopati diabetik merupakan salah satu penyakit komplikasi diabetes melitus, kadar gula darah yang tinggi menyebabkan kerusakan pada pembuluh darah retina mata. Penyakit retinopati diabetik dapat diderita oleh penderita diabetes melitus tipe 1 maupun tipe 2, penderita diabetes melitus tipe 2 dengan jangka waktu yang lama dan memiliki tekanan darah tinggi (*hipertensi*) lebih beresiko terkena retinopati diabetik. Kadar gula darah yang terlalu banyak menyebabkan penyumbatan dan terganggunya mikrosirkulasi pembuluh darah retina, sehingga retina menjadi kekurangan oksigen dan nutrisi dalam darah. Akibatnya retina membentuk pembuluh darah baru untuk memenuhi kebutuhan darah. Namun dalam proses pembentukannya tidak dapat berkembang dengan sempurna, pembuluh darah tersebut rentan pecah dan rusak mengakibatkan penumpukan cairan yang mengandung lemak protein hingga pendarahan pada retina. Terjadinya pendarahan secara terus-menerus dapat mengakibatkan kebutaan. Keberadaan penyakit retinopati diabetik bisa dideteksi dengan menganalisa karakteristik retina mata. Kelainan pada retina ditandai dengan adanya *mikroaneurisma* dan *eksudat*. Retinopati diabetik terbagi dalam dua jenis yaitu *non-proliferative diabetic retinopathy* (NPDR) dan *proliferative diabetic retinopathy* (PDR) (I. R. Dewi, R. Magdalena, 2019). Retinopati diabetes tingkat lanjut dapat menyebabkan kebutaan. Berdasarkan dari keparahannya, retinopati diabetes dibagi menjadi dua kelompok, kelompok pertama yaitu retinopati diabetes *non-proliferative* sebagai tahap awal dari penyakit ini, kemudian yang kedua adalah retinopati diabetes *proliferative* sebagai tahap lebih lanjut dari penyakit ini. Pada retinopati diabetes tipe *non proliferative* yang merupakan fase awal retinopati diabetes, ditandai dengan adanya *mikroaneurisma*, kebocoran pada pembuluh darah, serta keluarnya bahan lemak dari pembuluh darah.

### Non-Proliferative Diabetic Retinopathy

Pada retinopati diabetik tipe NPDR terjadi kelemahan pada pembuluh darah karena adanya mikroaneurisma dan menyumbat pembuluh darah. Dapat menyebabkan *edema* dan penimbunan *eksudat* protein pada retina serta pendarahan titik atau bercak pada makula (bagian inti dari retina), akibatnya terjadi pembengkakan makula (*macula edema*) dan menyebabkan gangguan penglihatan (I. R. Dewi, R. Magdalena, 2019). Terdapat 3 klasifikasi tingkat keparahan dari retinopati diabetes *non proliferative*, yaitu (Cuadros & Bresnick, 2009):

1. Tipe 1  
Non-Proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR) Tipe 1 menunjukkan *mikroaneurisma* atau pembuluh darah membengkak atau biasa disebut dengan *Mild* NPDR.
2. Tipe 2  
Non-Proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR) Tipe 2 menunjukkan *hard exudates* atau bitnik-bintik di dinding retina atau biasa disebut dengan *Moderate* NPDR.
3. Tipe 3  
Non-Proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR) Tipe 3 menunjukkan mikroaneurisma atau pembuluh darah mengalami pendarahan atau pecah atau biasa disebut dengan *Severe* NPDR.

### Fraktal

Fraktal adalah objek yang memiliki kemiripan dengan dirinya-sendiri (*self similarity*) namun dalam skala yang berbeda. Ini artinya, bagian-bagian dari objek akan tampak sama dengan objek itu sendiri bila dilihat secara keseluruhan. Pada fraktal, ketika bagian dari suatu sistem membesar dengan perbesaran yang sama pada berbagai arah, maka bentuk tersebut akan menyerupai bentuk keseluruhannya (J Sampurno, 2016).

### Metode Perhitungan Kotak (Box-Counting Methods)

Salah satu metode digunakan untuk menentukan dimensi fraktal adalah dengan meninjau batas tepi dari permukaan fraktal. Metode yang sering digunakan untuk menentukan dimensi fraktal berbasis batas tepi adalah metode *Box-Counting*. Dalam geometri fraktal metode *Box-Counting* atau dikenal juga sebagai metode Minkowski-Bouligand adalah suatu cara menentukan dimensi fraktal dari suatu himpunan  $S$  dalam ruang *Euclidean*, atau lebih umum dalam ruang metrik  $(X, d)$  (Khotimah, 2017).

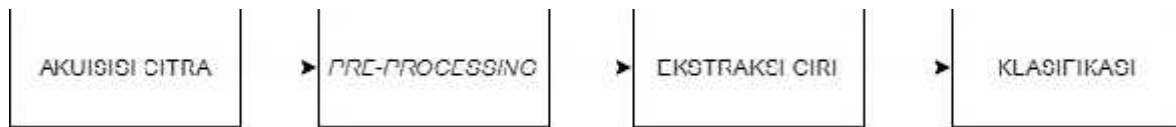
Tahapan-tahapan proses Box-Counting adalah sebagai berikut:

1. Memilih suatu objek fraktal yang akan dihitung dimensinya.
2. Citra dibagi kedalam kotak-kotak berukuran  $(s)$ .
3. Hitung banyaknya kotak  $N(s)$  yang dibutuhkan melingkupi suatu objek.
  - a. Nilai  $N(s)$  sangat tergantung pada  $s$
  - b. Nilai  $s$  berubah dari 1 sampai  $2^k$ , dengan  $k=0,1,2,3,\dots$
  - c.  $2^k$  tidak boleh lebih besar dari ukuran citra, bila citra berukuran  $2^m \times 2^m$ , maka nilai  $k$  berhenti sampai  $m$
4. Hitung  $D(s)$  dengan menggunakan rumus 
$$D(s) = \frac{\log(N)}{\log(1/s)} \quad (1)$$

### METODE

#### Perancangan Sistem

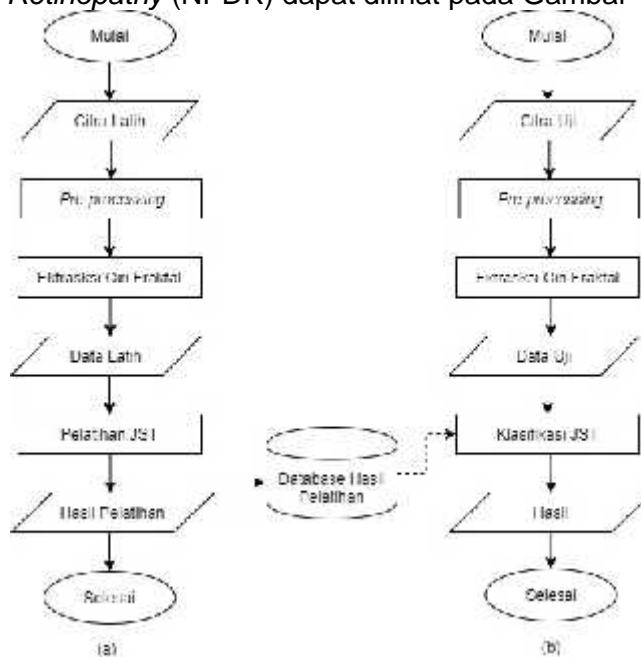
Pada penelitian ini terdapat tahapan yang dilakukan sebagai berikut yaitu langkah pertama yang dilakukan adalah akuisisi citra fundus mata untuk mengumpulkan data yang akan dijadikan objek. Kemudian data citra yang telah dikelompokkan menjadi masukan sistem pada proses *Pre-processing*. Setelah tahap *pre-processing* kemudian data citra masuk ke tahap ekstraksi ciri menggunakan metode Fraktal, hasil keluaran dari tahap ekstraksi ciri Fraktal, lalu citra menjadi masukan untuk tahap klasifikasi menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST).



Gambar 1. 1 Blok Diagram Sistem Secara Umum

**Perancangan Perangkat Lunak**

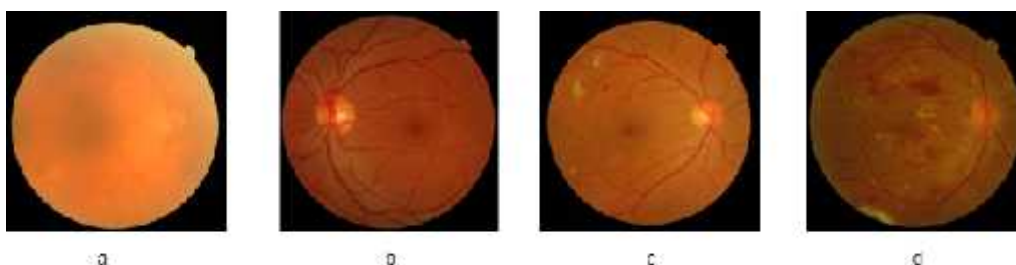
perancangan tersebut memiliki dua skema, yaitu pelatihan dan pengujian. Pada tahap latih yaitu proses akuisisi data citra, Pre-processing, Ekstraksi Ciri Klasifikasi nilai ciri citra latih retinopati diabetik dengan tingkat keparahan yang berbeda menggunakan metode Fraktal. kemudian citra latih dilakukan proses pelatihan menggunakan metode JST yang hasilnya dijadikan acuan sebagai database sistem. Pada tahap uji yaitu proses pengklasifikasian citra uji menggunakan metode klasifikasi JST. Diagram alir perancangan sistem klasifikasi *Non-Proliferative Diabetic Retinopathy* (NPDR) dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 2 . Diagram Alir Sistem (a) Pelatihan (b) Pengujian.

**Akuisisi Citra**

Akuisisi citra merupakan tahapan awal pengambilan data citra mata dengan menggunakan kamera. Format citra yang digunakan pada penelitian ini yaitu \*.jpeg. Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah citra fundus mata sekunder yaitu data citra fundus mata yang diperoleh dari Messidor. Proses akuisisi citra ini menghasilkan data citra fundus mata yang selanjutnya akan diproses ke tahap *pre-processing*

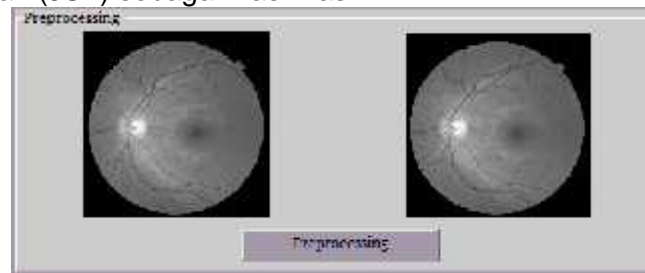


Gambar 1. 3 . a. Normal, b. Mild NPDR, c. Moderate NPDR, d. Severe NPDR.

**Pre-processing**

Hasil akuisisi citra masukan pada tahap ini yaitu citra digital yang telah melalui proses akuisisi dalam format \*.jpeg. proses selanjutnya yaitu mengubah citra RGB ke grayscale agar mempermudah langkah selanjutnya. Ukuran citra yang dihasilkan pada konversi RGB

ke greyscale berbeda beda tiap citranya sehingga diperlukan proses *resize* agar semua citra memiliki ukuran yang sama. Kemudian setelah proses *resize*, lalu menghasilnya citra hasil yang kemudian akan dilanjutkan ke tahap ekstraksi ciri menggunakan metode Fraktal dan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) sebagai klasifikasi.



Gambar 1. 4 Hasil *Pre-Processing*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Pengaruh *Resize* Citra Terhadap Akurasi dan Waktu Komputasi

Pada skenario ini dilakukan pengujian terhadap pengaruh *resize* terhadap nilai akurasi dan waktu komputasi. Dalam skenario ini menggunakan data latih sebanyak 80 citra dan data uji sebanyak 40 citra. Perubahan *resize* pada pengujian ini yaitu pada 256 x 256 piksel, 512 x 512 piksel, dan 1024 x 1024 piksel.



Gambar 1. 5 Diagram Pengaruh *Resize* Citra terhadap Akurasi dan Waktu Komputasi

Berdasarkan hasil pengujian pengaruh *resize* citra terhadap akurasi dan waktu komputasi, dapat dilihat bahwa nilai akurasi terendah didapatkan pada *resize* citra berukuran 256 x 256 piksel dengan akurasi sebesar 76.80% dan waktu komputasi sebesar 0.0722. Sedangkan nilai akurasi tertinggi didapatkan ketika *resize* citra berukuran 1024 x 1024 piksel dengan akurasi sebesar 95% dan waktu komputasi sebesar 0.1899. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran *resize*, maka citra akan semakin tidak terlihat dan akan menghilangkan informasi yang terkandung di dalamnya. sebaliknya, semakin besar ukuran *resize* maka akan semakin bagus 31 karena citra akan semakin terlihat, sehingga informasi yang terkandung di dalamnya akan mudah terbaca oleh sistem.

### Pengujian Terhadap Perubahan Dimensi Fraktal

Pada pengujian ini dilakukan perubahan dimensi fraktal dimana citra yang digunakan saat ukuran *resize* 1024x1024 piksel. Pengujian ini dapat dihitung menggunakan persamaan(2.2) yang dipengaruhi oleh parameter *s*, dimana nilai *s* berubah dari 1 hingga 2k . Perubahan dimensi yang digunakan pada pengujian ini yaitu 2, 4, 8, 16, 32, dan 64.



Gambar 1. 6 Pengaruh Dimensi Fraktal Terhadap Akurasi dan Waktu Komputasi.

Dari hasil pengujian terhadap perubahan dimensi fraktal, didapatkan hasil akurasi tertinggi yaitu ketika dimensi fraktal 16 dan resize citra sebesar 1024x1024 dengan nilai akurasi 95% dan waktu komputasi 0.1809 detik. Sedangkan nilai akurasi dan waktu komputasi terendah yaitu pada dimensi fraktal 4 dengan nilai 32 akurasi 72.5% dan waktu komputasi 0.9865 detik. Hal tersebut menunjukkan bahwa perubahan dimensi fraktal dapat mempengaruhi nilai akurasi dan waktu komputasi, disebabkan semakin besar nilai dimensi fraktal semakin besar nilai akurasinya karena kotak-kotak yang menutupi citra semakin banyak, sehingga semakin presisi dengan citra masukan. Tetapi dimensi fraktal sendiri mempunyai batas yaitu sampai 2m x2 m.

### Pengaruh Hidden Layer dan Epoch Terhadap Akurasi

Pada pengujian ini dilihat pengaruh hidden layer dan epoch terhadap nilai akurasi. Banyaknya hidden layer yang diujikan yaitu satu hidden layer dengan nilai 50, 85 dan 100, dan epoch dengan nilai 100, 500 dan 1000. Selain hidden layer dan epoch, terdapat beberapa parameter yang berpengaruh terhadap nilai akurasi, yaitu fungsi aktivasi menggunakan sigmoid biner, learning rate menggunakan gradient descent, dan optimizer menggunakan mean square error (MSE).



Gambar 1. 7 Pengaruh hidden layer dan Epoch terhadap Nilai Akurasi.

Berdasarkan Gambar 1.7, dapat dilihat nilai akurasi dan waktu komputasi terbaik saat jumlah hidden layer 85 dan epoch 500, yaitu sebesar 95%. Dalam hal ini besarnya nilai hidden layer tidak berpengaruh pada nilai akurasi karena adanya inisiasi bobot yang acak pada saat proses pelatihan, sedangkan besarnya epoch sangat berpengaruh pada nilai akurasi karena semakin banyaknya epoch yang bertambah, maka semakin sering bobot yang ada pada jaringan tersebut diupdate dan diperbaiki, sehingga dapat meminimalkan error.

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini, telah dirancang suatu sistem untuk mendeteksi NonProliferative Diabetic Retinopathy (NPDR) melalui citra iris mata menggunakan metode fraktal dengan klasifikasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan didapatkan tingkat akurasi tertinggi sebesar 95% dan waktu komputasi 0.1204 detik. berdasarkan hasil pengujian dan analisis sistem, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode fraktal dapat mendeteksi NPDR melalui citra iris mata secara optimal dan memiliki akurasi tertinggi pada saat resize citra berukuran  $1024 \times 1024$  piksel dan dimensi fraktal 16 dengan akurasi sebesar 95% dan waktu komputasi 0.0722 detik. sedangkan akurasi terendah pada saat resize citra berukuran  $256 \times 256$  piksel dan dimensi fraktal 4 dengan akurasi sebesar 72.5% dan waktu komputasi sebesar 0.9865 detik.
2. Semakin kecil ukuran dimensi fraktal, maka semakin besar nilai waktu komputasi. Sebaliknya semakin besar ukuran dimensi fraktal, maka semakin kecil nilai waktu komputasinya.
3. Metode klasifikasi JST dapat mendeteksi NPDR secara optimal dan memiliki hasil akurasi tertinggi yaitu dengan hidden layer sebesar 85 dan epoch 500 dengan nilai akurasi sebesar 95% dan waktu komputasi sebesar 0.1204 detik. Semakin besar nilai hidden layer maka akan terjadi overfitting.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cuadros, J., & Bresnick, G. (2009). EyePACS: An adaptable telemedicine system for diabetic retinopathy screening. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 3(3), 509–516. <https://doi.org/10.1177/193229680900300315>
- I. R. Dewi, R. Magdalena, and R. Y. N. F. (2019). Klasifikasi retinopati diabetik pada citra mata digital menggunakan 3d glcm dengan learning vector quantization. *EProceedings of Engineering*, 6.
- J Sampurno, I. F. (2016). *Metode Analisis Fraktal*.
- Khotimah, C. (2017). Pengenalan iris mata menggunakan ekstraksi fitur dimensi fraktal box counting. *MATHunesa (Jurnal Ilmiah Matematika)*, 3.
- Of, D., & Mellitus, D. (2014). Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 37(SUPPL.1), 81–90. <https://doi.org/10.2337/dc14-S081>
- Suroso, A., Fitri, Y., Retnowaty, S., & Nurkhamdi, N. (2015). Aplikasi Pengenalan Ucapan Dengan Ekstraksi Ciri Mel-Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC) dan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Propagasi Balik Untuk Buka dan Tutup Pintu. *Jurnal Komputer Terapan*, 1(2), 169332.
- Y. S. Kurniawan, B. Hidayat, and S. A. (2015). Deteksi dan klasifikasi tingkat keparahan retinopati diabetes dengan menggunakan metode klasifikasi knearest neighbor. *EProceedings of Engineering*, 2.