

Deteksi Dan Klasifikasi Tingkat Keparahan Retinopati Diabetes Dengan Menggunakan Metode Klasifikasi K – Nearest Neighbor

Detection and Classification of Diabetic Retinopathy Severity Using K – Nearest Neighbor method

Yafis Sukma Kurniawan¹, Dr.Ir. Bambang Hidayat, DEA.², Suci Aulia, ST., MT³

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

³Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

¹yafissukma@gmail.com, ²avenir.telkom@gmail.com, ³suciaulia@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Retinopati diabetes merupakan kerusakan yang terjadi pada mata akibat dari penyakit diabetes mellitus yang menahun. Tingginya kadar glukosa dalam darah adalah penyebab pembuluh darah kapiler kecil menjadi pecah dan dapat menyebabkan kebutaan. Menurut artikel pada harian online kompas terbitan 15/08/08, diestimasi bahwa jumlah penderita diabetes yang semula berjumlah 117 juta pada tahun 2000 akan meningkat menjadi 366 juta di tahun 2030^[4]. Pada harian online itu juga dikabarkan bahwa di Asia, diabetes akan menjadi “epidemi” dikarenakan pola makan orang Asia yang berkarbohidrat juga berlemak tinggi dan itu semua tidak diimbangi dengan olahraga yang baik. Dengan naiknya jumlah penderita diabetes maka akan berbanding lurus dengan naiknya jumlah penderita retinopati diabetes. Pada tugas akhir sebelumnya telah dibuat sistem yang dapat mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit retinopati diabetes dengan akurasi sebesar 67,86%^[9]. Pada tugas akhir kali ini dibuat perangkat lunak yang dapat mendeteksi dan mengklasifikasi tingkat keparahan retinopati diabetes dengan menggunakan transformasi curvelet dan metode klasifikasi K – Nearest Neighbor (KNN). Sistem ini dapat menggolongkan tingkat keparahan retinopati diabetes tipe *non proliferative* kedalam empat tingkatan, yaitu *non diabetic retinopathy*, *mild*, *moderate*, dan *severe*. Dari hasil analisis dan pengujian yang dilakukan pada sistem ini, didapatkan tingkat akurasi sebesar 65%.

Kata kunci : Retinopati diabetes, Curvelet, K – Nearest Neighbor.

Abstract

Diabetic retinopathy is a form of damage to the retina as a result of chronic diabetes mellitus. The high level of blood sugar in the capillaries could cause it to shrink and leads to hemorrhage that would end up in blindness. According to online news portal kompas on 15/08/08, it is said that approximately 117 million people suffer from diabetes by 2000, and the number is predicted to increase to 366 million in the year 2030^[4]. Written also on the source that in Asia, diabetes would be “epidemic”, mainly caused by Asian people’s diet that mainly consist of high-carbohydrate and high-fat meals without sufficient amount of sport. With the escalation of diabetics, the number of people with diabetic retinopathy would also increase. On the previous research, a system for diabetic retinopathy detection and classification had been made with 67,87% accuracy^[9]. On this final paper, a software is constructed in order to detect and classify the severeness of diabetic retinopathy using curvelet transformation and K-Nearest Neighbor (KNN) classification method. This system could classify diabetic retinopathy in four levels, according to severeness, which is non diabetic retinopathy, mild, moderate, and severe. From the analysis and evaluation done to this system, the accuracy of 65% is acquired.

Keywords: Diabetic Retinopathy, Curvelet, K – Nearest Neighbor.

1. Pendahuluan

Diabetes militus atau biasa disebut kencing manis adalah penyakit yang menyebabkan jumlah kadar gula dalam darah tak terkontrol karena kurangnya kadar hormon insulin dalam tubuh. Penyakit diabetes militus dapat menyebabkan kematian. Penyebab kematian pada penderita diabetes militus dikarenakan komplikasi pada organ – organ tubuh yang dialami oleh penderita dalam jangka waktu menahun. Salah satu organ yang dapat terkena dampak dari penyakit diabetes militus adalah organ mata.

Kadar gula yang tinggi pada darah menyebabkan darah yang mengalir pada tubuh menjadi kental. Darah yang kental jika dalam jangka waktu yang lama dapat mengakibatkan pembuluh kapiler kecil pada organ mata mengalami pelebaran, bahkan dalam kasus yang sudah cukup parah dapat mengalami kebocoran. Kondisi seperti inilah yang disebut dengan retinopati diabetes, yaitu kerusakan organ mata yang diakibatkan oleh penyakit diabetes militus.

Pada penderita retinopati diabetes dengan tingkat keparahan yang tinggi, kerusakan yang terjadi tidak hanya menjadikan pandangan menjadi buram saja tetapi bisa sampai mengakibatkan kebutaan. Tahun 2004, badan kesehatan dunia WHO melaporkan bahwa 4,8 % penduduk di seluruh dunia mengalami kebutaan akibat retinopati diabetes. Jika diurutkan daftar penyakit mata yang menyebabkan kebutaan terbesar, retinopati diabetes berada pada urutan keempat setelah katarak, glaukoma, dan degenerasi makula.

Pada Tugas Akhir sebelumnya telah dilakukan klasifikasi penyakit retinopati diabetes dengan tingkat akurasi sebesar 67,86% [9]. Penulis merasa perlu adanya sistem penggolongan tingkat keparahan pada penyakit retinopati diabetes dengan tingkat akurasi yang baik. Maka pada tugas akhir kali ini dilakukan penelitian sistem yang dapat mendeteksi dan mengklasifikasi tingkat keparahan retinopati diabetes tipe *non proliferative* dengan menggunakan transformasi curvelet dan metode klasifikasi K- *Nearest Neighbor* (KNN), agar sistem ini dapat dijadikan sebagai pembandingan sistem pendeteksi retinopati diabetes lainnya. Bersamaan dengan itu juga sedang dilakukan penelitian Tugas Akhir tentang deteksi retinopati diabetes dan penggolongan keparahannya dengan metode klasifikasi *Support Vector Machine*.

2. Retinopati Diabetes dan Perancangan Sistem

Sistem menggunakan transformasi curvelet dan metode statistik untuk mendapatkan ciri dari tiap citra retinopati diabetes kemudian diklasifikasikan ke dalam empat kelompok, yaitu *non diabetic retinopathy*, *mild*, *moderate*, dan *severe* dengan menggunakan metoda klasifikasi K – *Nearest Neighbor* (KNN).

2.1 Retinopati Diabetes

Retinopati diabetes adalah penyakit pada retina mata yang disebabkan oleh komplikasi penyakit diabetes. 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.

Ada tiga klasifikasi tingkat keparahan dari retinopati diabetes *non proliferative* [8], yaitu :

1. *Mild*
Ditandai dengan adanya mikroaneurisma. Disarankan untuk melakukan terapi glukosa medis, tekanan darah dan lipid.
2. *Moderate*
Ditandai tidak hanya dengan mikroaneurisma saja tetapi tidak melebihi tanda dari severe NPDR. Disarankan untuk mengunjungi dokter mata, optimalkan terapi glukosa, tekanan darah dan lipid.
3. *Severe*
Ditandai dengan adanya 20 hemorrhages pada tiap kuadran atau terdapat *venous beading* pada minimal dua kuadran atau terdapat *intraretinal microvaskular abnormalities* (IRMA) pada salah satu kuadran. Disarankan untuk melakukan tindakan laser.

Pada tugas akhir kali ini, tipe *non proliferative* ditandai dengan munculnya :

- a. Mikroaneurisma
Mikroaneurisma adalah penonjolan dinding kapiler, terutama daerah vena.
- b. Eksudasi
Eksudasi muncul karena mikroaneurisma yang pecah sehingga darah keluar dari pembuluh darah. Eksudasi dibagi menjadi dua yaitu *hard exudate* dan *cotton wool patch*.

2.2 Transformasi Curvelet^[1]

Curvelet merupakan pengembangan dari transformasi wavelet dan filter gabor yang diperkenalkan pertama kali oleh *Candès* dan *Donoho* (1999). Dikembangkan karena keterbatasan pada transformasi wavelet yang tidak dapat merepresentasikan objek tepi yang berorientasi secara acak dan kurva yang tidak baik direpresentasikan singularitas garisnya, juga karena filter gabor yang meskipun lebih baik dalam merepresentasikan tekstur dibanding transformasi wavelet, namun karena hilangnya informasi spektral pada filter gabor menyebabkan tidak efektifnya dalam merepresentasikan gambar^[7].

Pada transformasi curvelet digunakan persamaan sebagai berikut, $f[m,n]$, $0 \leq m < M$, $0 \leq n < N$

$$C^D(a, b, \theta) = \sum_{\substack{0 \leq n \leq N \\ 0 \leq m \leq M}} f[m, n] \psi_{a,b,\theta}^D[m, n] \quad (1)$$

Implementasi dari transformasi curvelet adalah *Fast Discrete Curvelet Transform* (FDCT). Gambar masukan dan curvelet ditransformasikan ke dalam domain frekuensi menggunakan *Fast Fourier Transform*, kemudian hasil dari gambar inputan dan curvelet yang sudah dalam domain frekuensi dikalikan untuk mendapatkan matriks yang disebut produk. Dari matriks produk yang telah didapatkan, lalu dilakukanlah proses *Inverse Fast Fourier Transform* (IFFT).

2.3 Metode Statistik

Metode statistik digunakan untuk mendapatkan ciri dari koefisien curvelet. Metode statistik yang digunakan kali ini adalah, *mean, variance, median, standar deviasi, skewness, dan kurtosis*.

a. Mean^[6]

Mean merupakan nilai rata – rata dari sebaran banyak nilai.

$$\mu = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N P_{ij} \quad (2)$$

b. Standar Deviasi^[5]

Standar deviasi merupakan nilai dari variasi data dalam himpunan.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^2}{MN}} \quad (3)$$

c. Variance^[5]

Variance merupakan kuadrat dari standar deviasi.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^2}{(MN-1)} \quad (4)$$

d. Median

Median merupakan nilai tengah dari suatu himpunan.

e. Skewness^[6]

Skewness merupakan derajat ketidak simetrisan suatu distribusi nilai.

$$\alpha_3 = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^3}{(MN-1)s^3} \quad (5)$$

f. Kurtosis^[6]

Kurtosis merupakan derajat keruncingan suatu distribusi nilai.

$$\alpha_4 = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^4}{(MN-1)s^4} \quad (6)$$

2.4 K – Nearest Neighbor^[2]

K – *Nearest Neighbor* merupakan metode klasifikasi yang termasuk ke dalam kategori *supervised learning*, yaitu metode klasifikasi yang bertujuan untuk menemukan pola baru dalam data yang sudah ada dengan data yang baru.

Algoritma KNN menggunakan klasifikasi ketetanggaan sebagai nilai prediksi dari sampel uji yang baru. Untuk menghitung jarak antar tetangga digunakan beberapa cara, diantaranya^[3] :

a. Euclidean

$$d_{st}^2 = (X_s - Y_t) - (X_s - Y_t)' \quad (7)$$

b. Cosine

$$d_{st} = \left(1 - \frac{X_s Y_t'}{\sqrt{(X_s X_s') (Y_t Y_t')}} \right) \quad (8)$$

c. City Block

$$d_{st} = \sum_{j=1}^n |X_{sj} - Y_{tj}| \tag{9}$$

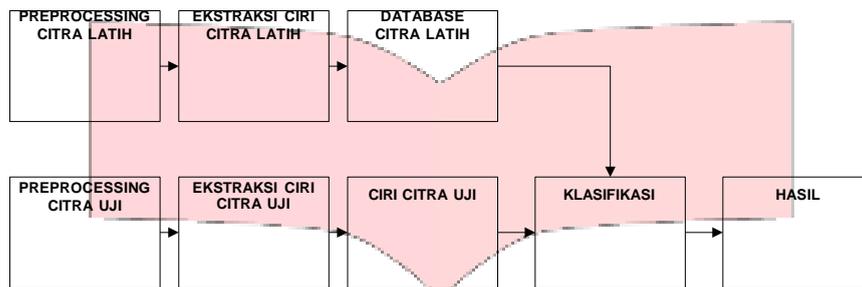
d. Correlation

$$d_{st} = 1 - \frac{(X_s - \bar{X}_s)(Y_t - \bar{Y}_t)'}{\sqrt{(X_s - \bar{X}_s)(X_s - \bar{X}_s)'}\sqrt{(Y_t - \bar{Y}_t)(Y_t - \bar{Y}_t)'}} \tag{10}$$

Sedangkan nilai k dari metoda K – *Nearest Neighbor* berarti jumlah tetangga terdekat sebanyak k dari nilai uji.

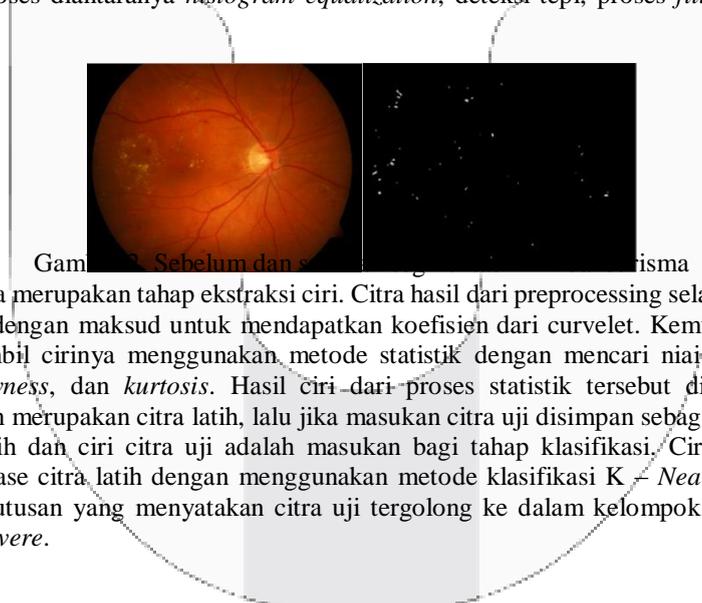
2.5 Blok Diagram Sistem

Pada Gambar 1 digambarkan langkah – langkah yang dilakukan sistem agar dapat mengklasifikasikan citra uji yang masuk.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Preprocessing merupakan tahap awal sistem, di tahap ini citra yang masuk dilakukan segmentasi eksudat dan segmentasi mikroaneurisma. Untuk mendapatkan hasil dari segmentasi eksudat dan mikroaneurisma dilakukan berbagai proses diantaranya *histogram equalization*, deteksi-tepi, proses *filling*, dan proses – proses lainnya.



Gambar 2. Sebelum dan sesudah segmentasi mikroaneurisma

Tahap selanjutnya merupakan tahap ekstraksi ciri. Citra hasil dari preprocessing selanjutnya dilakukan proses transformasi curvelet dengan maksud untuk mendapatkan koefisien dari curvelet. Kemudian hasil dari koefisien curvelet tersebut diambil cirinya menggunakan metode statistik dengan mencari nilai *mean*, *variance*, standar deviasi, *median*, *skewness*, dan *kurtosis*. Hasil ciri dari proses statistik tersebut disimpan sebagai database citra latih jika masukan merupakan citra latih, lalu jika masukan citra uji disimpan sebagai ciri citra uji.

Database ciri latih dan ciri citra uji adalah masukan bagi tahap klasifikasi. Ciri citra uji dibandingkan nilainya dengan database citra latih dengan menggunakan metode klasifikasi K – *Nearest Neighbor*. Hasil dari klasifikasi adalah keputusan yang menyatakan citra uji tergolong ke dalam kelompok *non diabetic retinopathy*, *mild*, *moderate* atau *severe*.

2.6 Skenario Pengujian

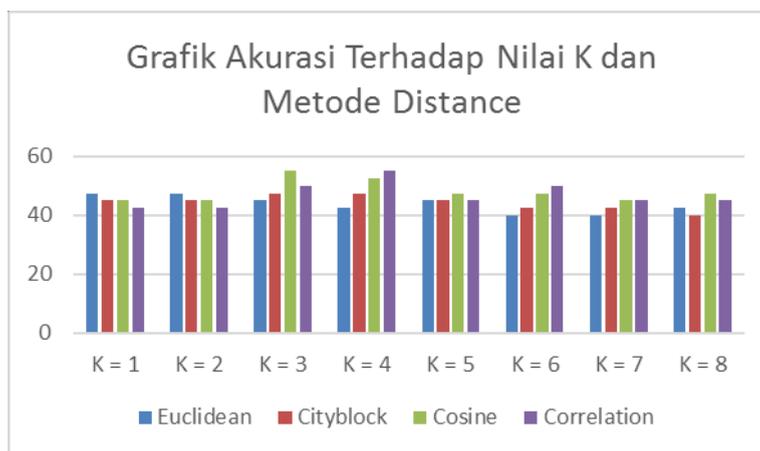
Untuk mengetahui performansi dari sistem maka diperlukan tahap pengujian. Dalam pengujian ini akan dilakukan dua tahap, yang pertama yaitu menguji akurasi sistem, yang kedua waktu komputasi sistem. Pada pengujian tahap pertama yaitu akurasi sistem, akan dilakukan perubahan pada nilai parameter yang telah ditentukan. Dengan merubah nilai parameter pada ekstraksi ciri dan parameter pada klasifikasi akan mempengaruhi nilai akurasi. Kemudian tahap pengujian yang kedua yaitu waktu komputasi, akan dilakukan perubahan parameter level curvelet dan dibandingkan dengan waktu komputasi yang dibutuhkan sistem.

3. Pembahasan

Pada pembahasan ini akan dibagi menjadi dua bagian sesuai dengan skenario pengujian, yaitu akurasi dan waktu komputasi.

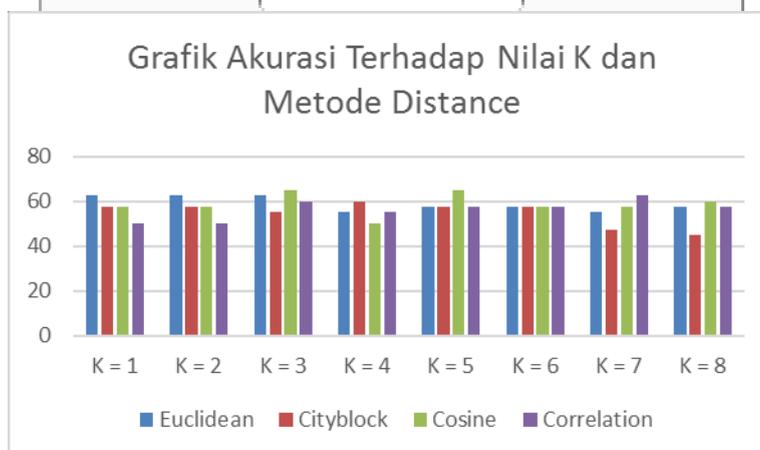
3.1 Akurasi

Dari pengujian yang dilakukan, didapat nilai akurasi sebagai berikut.



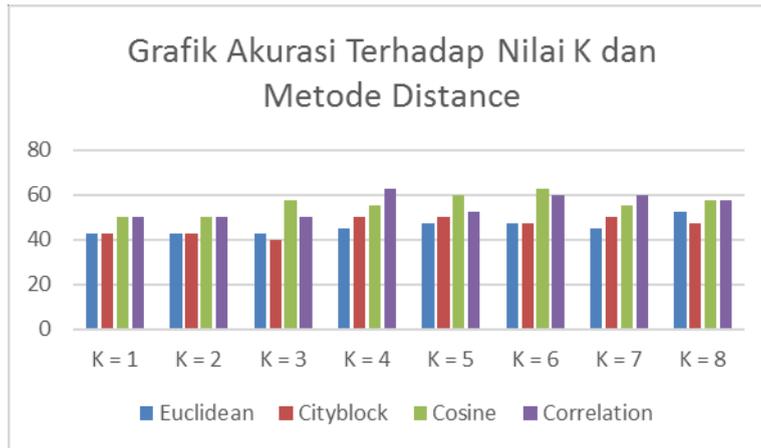
Gambar 3. Grafik akurasi dari level 4 curvelet dan orientasi sudut 8

Pada level curvelet 4 dengan orientasi sudut 8 didapatkan nilai akurasi tertinggi sebesar 55%, pada nilai k = 3 dan menggunakan metode pengukuran jarak *cosine* atau pada nilai k = 4 dengan menggunakan metode pengukuran jarak *correlation*.



Gambar 4. Grafik akurasi dari level 5 curvelet dan orientasi sudut 32

Pada level curvelet 5 dengan orientasi sudut 32 didapatkan nilai akurasi tertinggi sebesar 65%, pada nilai k = 3 dan menggunakan metode pengukuran jarak *cosine* atau pada nilai k = 5 dengan menggunakan metode pengukuran jarak *cosine*.

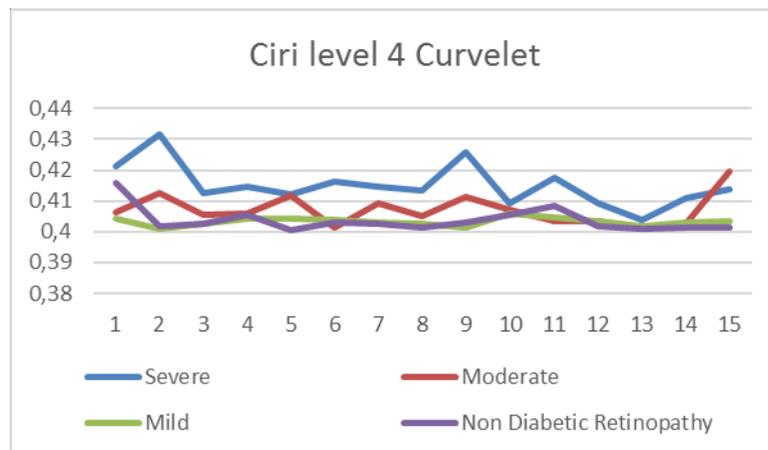


Gambar 5. Grafik akurasi dari level 6 curvelet dan orientasi sudut 16

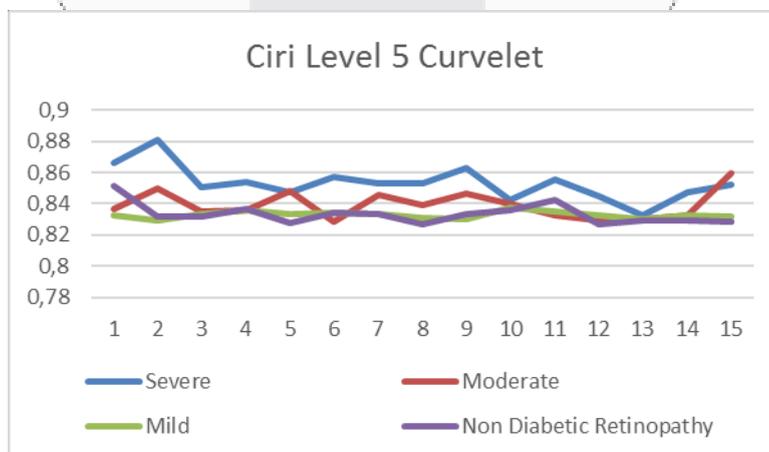
Pada level curvelet 6 dengan orientasi sudut 16 didapatkan nilai akurasi tertinggi sebesar 62,5%, pada nilai $k = 6$ dan menggunakan metode pengukuran jarak *cosine* atau pada nilai $k = 4$ dengan menggunakan metode pengukuran jarak *correlation*.

Dari data yang tersaji pada gambar 3 sampai gambar 5 dapat kita simpulkan akurasi tertinggi pada saat curvelet berada pada level 5, dengan orientasi sudut 32, dengan nilai $k = 32$, dan penghitungan jarak pada K – Nearest Neighbor menggunakan metode cosine didapat akurasi sebesar 65%.

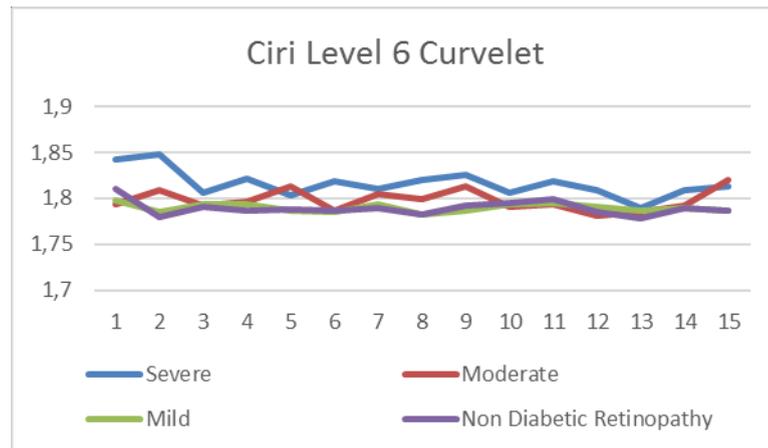
Nilai akurasi mencapai titik tertinggi pada curvelet dengan level 5, kemudian pada curvelet dengan level 6 nilai akurasi menurun. Hal ini dikarenakan nilai ciri antara *non diabetic retinopathy*, *mild*, *moderate*, dan *severe* dari proses ekstraksi ciri pada level 6 semakin serupa, seperti yang digambarkan pada gambar 6 sampai gambar 8.



Gambar 6. Grafik nilai ciri level 4 curvelet

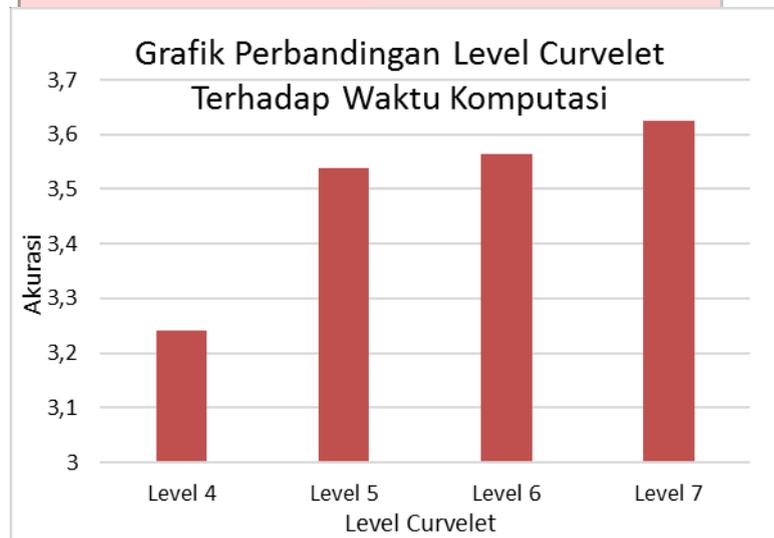


Gambar 7. Grafik nilai ciri level 5 curvelet



Gambar 8. Grafik nilai ciri level 6 curvelet

3.2 Pengaruh Level Curvelet Terhadap Waktu komputasi



Gambar 9. Grafik perbandingan level curvelet terhadap waktu komputasi

Dari grafik perbandingan level curvelet terhadap waktu komputasi diatas, dapat kita lihat bahwa semakin tinggi level dari transformasi curvelet maka semakin lama waktu komputasi sistem yang dibutuhkan. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi level dari curvelet, maka akan dihasilkan semakin banyak koefisien curvelet yang dihasilkan maka akan semakin lama waktu komputasi yang dibutuhkan sistem untuk melakukan proses klasifikasi.

4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil pengujian dan analisis simulasi, dihasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem ini optimal pada level 5-curvelets, orientasi-sudut pada 32, nilai $k = 5$, dan *cosine* sebagai metode penghitung jarak pada *K - Nearest Neighbor*.
2. Dari 40 data yang diujikan, didapat 26 gambar yang diklasifikasi dengan tepat, sehingga tingkat akurasi sistem menjadi 65%.
3. Sistem membutuhkan waktu komputasi sebesar 3.54 detik untuk mengklasifikasikan satu data uji.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Agar membandingkan dengan metode klasifikasi lainya seperti *Support Vector Machine*, atau jaringan syaraf tiruan .
2. Untuk meningkatkan akurasi, dibutuhkan metode segmentasi parameter yang lebih baik lagi.

3. Untuk klasifikasi selanjutnya agar sistem dapat mendeteksi IRMA dan *venous beading* sebagai parameter dari retinopati diabetes.

Daftar Pustaka:

- [1] Fast Discrete Curvelet Transform. <http://curvelet.org/software.html>, diakses terakhir tanggal 28 Desember 2014.
- [2] Krisandi, Nobertus., Helmi., Prihandono, Bayu. (2013). "Algoritma K-Nearest Neighbor Dalam Klasifikasi Data Hasil Produksi Kelapa Sawit Pada PT. Minamas Kecamatan Parindu".
- [3] K – Nearest Neighbor. <http://www.mathworks.com/help/stats/classification-using-nearest-neighbor.html#bsehyk>, diakses terakhir tanggal 26 Desember 2014
- [4] Retinopati Diabetes. <http://health.kompas.com/read/2008/08/15/05344587/Retinopati.Diabetik.Penyebab.Utama.Kebutaan.Diabetesi>, diakses terakhir tanggal 23 Desember 2014.
- [5] Reza, M Faizal. 2008. Perbandingan Eigen dan Klustering. Universitas Indonesia.
- [6] Sari, Yuita Arum. Dkk. 2014. Selksi Fitur Menggunakan Ekstraksi Fitur Bentuk, Warna, Dan Tekstur Dalam Sistem Temu Kembali Citra daun.Surabaya. Jurnal Institut Teknologi Sepuluh November.
- [7] Suman, Ishrat Jahan. (2008). "Image Retrieval Using Discrete Curvelet Transform".
- [8] The Eye M.D. Asociation. (2002). "International Clinical Diabetic Retinopathy Disease Severity Scale, Detailed Table" American Academy of Ophthalmology. October
- [9] Zahara, Haula Silva., Rizal, achmad., Usman, Koredianto. (2011). "Simulasi Untuk Klasifikasi Retinopati Diabetes Nonproliferatif Berdasarkan Mikroaneurisma dan Hemorrhages", Bandung, IT Telkom.

