DETEKSI KUALITAS KEJU DENGAN METODA *DISCRETE GABOR WAVELET* DENGAN KLASIFIKASI *K-NEAREST NEIGHBOR (K-NN)* PADA CITRA DIGITAL

Quality Detection of Cheese using Gabor Wavelet with K-Nearest Neighbor (K-NN) Classification Method

Nadiya Ibrahim[1], Dr.Ir.Bambang Hidayat, DEA[2], Prof.Dr.Ir.Sjafril Darana,S.U.[3]
[1,2,3] Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
Jln. Telekomunikasi No.1 Terusan Buah Batu Bandung 40257 Indonesia

[1]nadiyaibrahim23@gmail.com, [2]bhidayat@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Keju adalah bahan makanan yang terbuat dari olahan susu dengan memisahkan zat –zat padat dalam susu melalui proses pengentalan atau koagulasi. Keju merupakan salah satu bahan makanan yang digemari oleh masyarakat selain cita rasanya yang lezat, keju juga mempunyai kandungan protein yang tinggi dan dapat disajikan dengan hampir seluruh makanan, yang paling umum digunakan adalah untuk membuat pizza. Tetapi, keju yang dihasilkan dari setiap produsen memiliki perbedaan kualitas. Kualitas ini salah satunya dapat dilihat dari warna.Keju yang berkualitas baik berwarna kuning tanpa ada corak atau noda kehitaman, jika terdapat corak atau noda kehitaman pada keju, dapat diindikasikan itu adalah jamur. Kualitas keju yang baik juga kita bisa lihat dari teksturnya, kita dapat melihat dengan kasat mata atau dengan meraba permukaan keju. Banyaknya masyarakat Indonesia yang tidak mengetahui bahwa setelah keju *cheddar* dibuka, maka ada batas hari layak makan. Secara kasat mata kualitas keju *cheddar* layak makan ini tidak bisa dilihat. Hal inilah yang menjadi latar belakang di pilihnya judul tugas akhir ini. Pada sistem pengolahan citra digital, setiap citra bisa dianalisis dan diklasifikasikan berdasarkan fitur yang diperoleh dari citra objek. Untuk memahami kualitas keju bisa dilakukan melalui citra keju yang sudah diamati selama 15 hari.

Dalam Tugas Akhir ini penulis membahas bagaimana cara mendeteksi kualitas keju dari warna dan tekstur. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi kualitas keju.Pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan metode *Gabor Wavelet* dengan klasifikasi *K-Nearest Neighbor* (K-NN). yang diawali dengan proses *prepocessing*.

Untuk pengujian ini dilakukan pengujian dengan 48 citra keju, dengan komposisi masing-masing kelas memiliki 16 citra keju sangat layak makan, 16 citra keju layak makan, dan 16 citra keju tidak layak makan. Sehingga didapatkan akurasi terbaik sebesar 91,67% dan waktu komputasi 69,6s dengan menggunakan metode *Gabor Wavelet* dimana digunakan ekstraksi ciri berdasarkan tekstur dan warna dengan parameter: parameter orde satu (standar deviasi dan kurtosis), d_1=32, d_2=32, k = 5, *distance euclidean*.

Kata kunci*: Gabor Wavelet, K-Nearest Neighbor (K-NN)*

ABSTRACT

Cheese is a food made from processed milk by separating the solid substance or substances in milk through a process of thickening or coagulation. Cheese is one food that is loved by the people in addition. cheese also has a high protein content and can be served with almost every meal, the most common use is to make a pizza. However, the cheese produced from each manufacturer has a different quality. Quality is one of them can be seen from the color. Cheese is good quality with no shades of yellow or black stains, if there is a pattern or black stains on the cheese, it is a fungus may be indicated. The quality of the cheese was good too we can see from the texture, we can see with the naked eye or by touching the surface of the cheese. There is a number of Indonesian people who did not know that once the cheddar cheese is opened, there's a limit where the cheese is edible. Visibly, the quality of cheddar cheese that is no longer edible can not be seen. This problem became the background writer's final task. On the digital image processing system, any image can be analyzed and classified based on the features of the image of the object. To understand the quality of cheese can be done through observed image of cheese for 15 days

In this final project, the author discusses how to detect the quality of the color and texture of cheese. There are several methods that can be used to detect the quality of the cheese. In this final project the author uses Gabor Wavelet methods with classification K-Nearest Neighbor (K-NN).

The testing is done with testing 48 image of cheese, with the composition of each class has 16 image of very edible cheese, 16 image of edible cheese, and 16 image of not edible cheese. From the testing, the author can obtain the best accuracy of 91,67% with computational time 69,6s using the Gabor Wavelet method which used feature extraction based on texture and color with one order of parameter (standard deviation and kurtosis), d_1*=32,* d_2*=32, k = 5, distance euclidean.*

Keyword: Gabor Wavelet, K-Nearest Neighbor (K-NN)

1. Pendahuluan

Keju sering kali digunakan sebagai pelengkap dalam makanan. Keju dapat dinikmati segala umur, dari anak–anak hingga orang dewasa. Oleh karena itu, keju dengan mudah kita jumpai di pasar swalayan bahkan pasar tradisional.

Secara umum keju sering dikonsumsi oleh masyarakat karena mengandung gizi dan protein yang melimpah. Namun, kita harus teliti dalam memilih keju sebelum dikonsumsi karena ada kemungkinan keju yang dijual telah rusak atau mengalami penurunan kualitas. Hal ini disebabkan terlalu lamanya penyimpanan dan tempat penyimpanan karena keju rentan terhadap jamur.Beberapa cara untuk memilih keju yang baik kualitasnya, salah satunya dapat dilihat dari warna dan tekstur keju.

Warna berperan sebagai faktor penting dalam sistem visual manusia.Pendeteksian kualitas keju dapat dilihat dari warna kuning pada keju.Sedangkan untuk tekstur dapat dilihat dari permukaan dan bagian dalam keju.Maka penelitian pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan ekstrasi ciri dengan metode *Gabor Wavelet*. Untuk metode klasifikasi yang digunakan adalah *K-Nearest Neighbor* (K-NN) yang dibagi menjadi dua bagian, yaitu tahap pelatihan dan tahap pengujian. Tahap pelatihan bertujuan untuk mendapatkan fitur-fitur penting hasil proses ekstraksi ciri yang menjadi masukan untuk tahap pengujian. Tahap pengujian bertujuan untuk melihat bagaimana perangkat lunak berjalan dari awal sampai akhir dengan beberapa parameter pengujian.

2. Dasar Teori

2.1 Keju

Keju merupakan salah satu produk olahan susu yang terbentuk karena koagulasi susu oleh *rannet* (enzim pencernaan dalam lambung hewan penghasil susu). Bagian dari susu cair yang terkoagulasi membentuk substansi padat seperti gel disebut *curd*, dan sejumlah besar air serta beberapa zat terlarut akan terpisah dari *curd* disebut *whey*.

Kualitas keju dapat dilihat dari perubahan tekstur dan warna. Semakin lama tekstur pada keju akan semakin keras, ini menyatakan bahwa keju sudah tidak layak makan. Ciri keju yang tak layak dikonsumsi yaitu bila disimpan di kulkas tampak kering dan retak-retak, sedangkan bila disimpan di suhu ruang akan berjamur. Untuk perubahan warna, semakin lama warna pada keju akan semakin menguning. Keju berlendir masih dikatakan layak makan jika bagian yang terdapat lender dipotong terlebih dahulu sebelum dikonsumsi.

Perhitungan jumlah mikroba secara langsung yaitu jumlah mikroba dihitung secara keseluruhan, baik yang mati atau yang hidup sedangkan perhitungan jumlah mikroba secara tidak langsung yaitu jumlah mikroba dihitung secara keseluruhan baik yang mati atau yang hidup atau hanya untuk menentukan jumlah mikroba yang hidup saja, ini tergantung cara-cara yang digunakan. Untuk menentukan jumlah mikroba yang hidup dapat dilakukan setelah larutan bahan atau biakan mikroba diencerkan dengan faktor pengenceran tertentu

Dari hasil uji total bakteri yang dilakukan, didapatkan hasil seperti pada tabel 2.1:

Tabel 2.1 Hasil Uji Total Bakteri Pada Keju

No	Kode Sampel	Hasil (cfu/ml)
1.	H-1	1270
2.	H-5	440.900
3.	H-10	2.791.000

Dari Tabel 2.1 dapat disimpulkan bahwa:

Keju sangat layak makan : Hari 1 – Hari 5
Keju layak makan : Hari 6 – Hari 10
Keju tidak layak makan : Hari 11 – Hari 15

2.2 Citra Digital

Suatu citra didefinisikan sebagai fungsi f(x,y) dengan ukuran M baris dan N kolom, dimana x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitudo f dititik koordinat (x,y) sebagai intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut. Apabila nilai x, y, dan nilai amplitudo f secara keseluruhan berhingga (finite) dan bernilai diskrit maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut citra digital, dengan matrik 2.1 [3][5].

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

2.3 Ektraksi Ciri Dengan *Gabor Wavelet*

Penggunaan metode gabor memiliki relevansi biologis karena sebuah ciri biologi dapat memberikan informasi yang unik berkaitan dengan identifikasi masing-masing individu [4]. Daugman memelopori penggunaan representasi 2D Gabor wavelet dalam computer vision pada tahun 1980an [4].Tujuan utama dari *Gabor Wavelet* adalah untuk memunculkan ciri-ciri dari citra yang telah dikonvolusi terhadap *kernel*. Digunakan Gabor Wavelet kernel 2D sebagai filter yang diperoleh dengan memodulasi gelombang sinus 2D pada frekuensi dan orientasi tertentu dengan Gaussian envelope. Kumpulan koefisien untuk kernel dari beberapa sudut frekuensi di satu *pixel* dalam gambar disebut *Jet.*

Jet merupakan potongan kecil dari *grey values* dalam sebuah gambar mengelilingi *pixel* yang diberikan. Dengan persamaan Gabor Filter yang biaa digunakan adalah seperti berikut:

$$\Psi_{\mu,v}(z) = \frac{\|k_{\mu,v}\|}{\sigma^2} e^{\left(-\|k_{\mu,v}\|^2 \|z\|^2 / 2\sigma^2\right)} \left[e^{ik_{\mu,v}} - e^{\frac{\sigma^2}{2}} \right] \quad (2)$$

Dimana μ dan v adalah orientasi dan skala dari Gabor Filter, z=(x,y) d $k_{\mu,v}$

$$k_{\mu,v} = k_v \, e^{i\varphi u} \quad (3)$$

$$k_v = \frac{k_{max}}{f^v} \quad (4)$$

$$\varphi_u = \frac{\pi\mu}{8} \quad (5)$$

Kmax adalah frekuensi maksimum dan f adalah *spacing factor* diantara kernel dalam domain frekuensi. Dengan nilai umum s=2p, kmax=p/2 dan f=v2. Dalam tugas akhir inidigunakan μЄ {0,1,…,7} dan v Є {0,1,2,3,4}

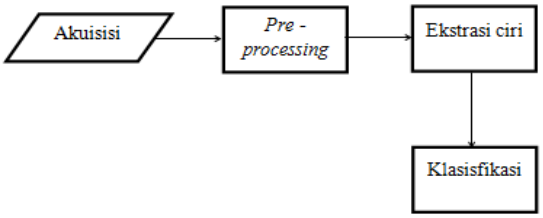
2.4 Klasifikasi *K- Nearest Neighbor* (K- NN)

Algoritma *k-Nearest Neighbor* (K-NN) adalah metode yang digunakan untukmengklasifikasikan suatu data. Pada data latih biasanya diambil lebih dari satu tetangga terdekat dengan data uji kemudian akan digunakan algoritma ini untuk ditentukan kelasnya [8].

3. Pembahasan

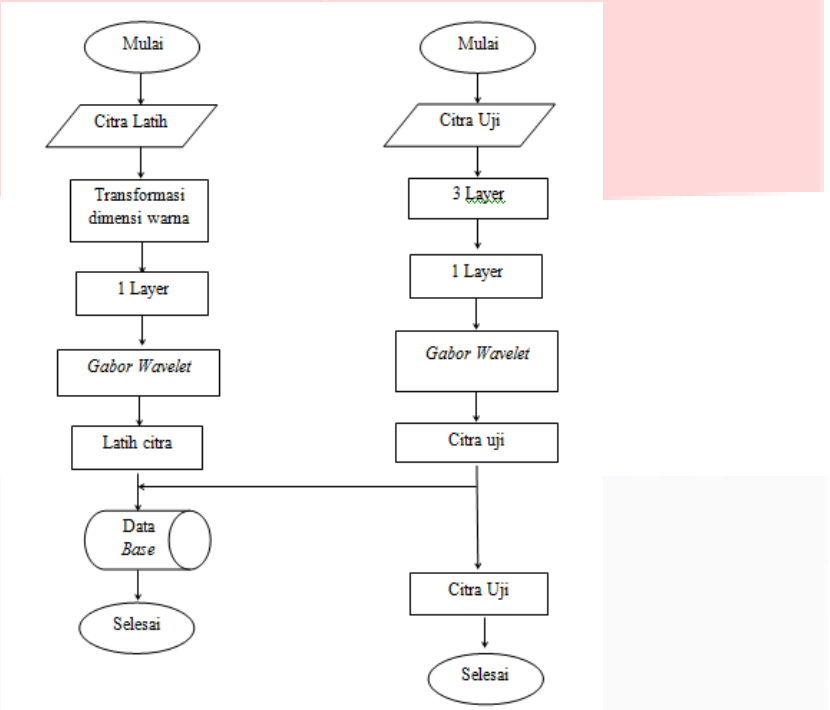
3.1 Perancangan Sistem

Secara keseluruhan blok diagram tahapan dari proses perancangan sistem direpresentasikan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Pada **Gambar 3.2**. ciri citra tersebut disimpan ke dalam suatu bentuk *database* yang nantinya digunakan sebagai data pembanding pada proses klasifikasi citra uji. Tahap latih adalah proses pencarian nilai piksel yang menjadi acuan untuk *database* program, dimana nilai piksel tersebut yang dicocokan dengan citra uji untuk mendeteksi keju. Tahap uji adalah proses yang digunakan untuk menguji data citra sehingga dapat diklasifikasikan oleh perangkat lunak. Dalam tahap latih digunakan citra latih selama 15 hari keju yang sudah diteliti dan diamati perubahan tekstur pada mikroskop digital, dimana terdapat sangat layak makan, layak makan, dan tidak layal makan.

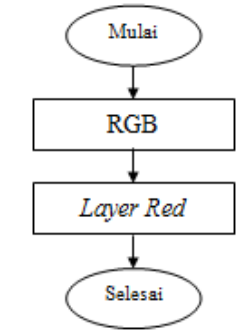


Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Identifikasi Tekstur pada Keju

3.2 Akuisisi Citra

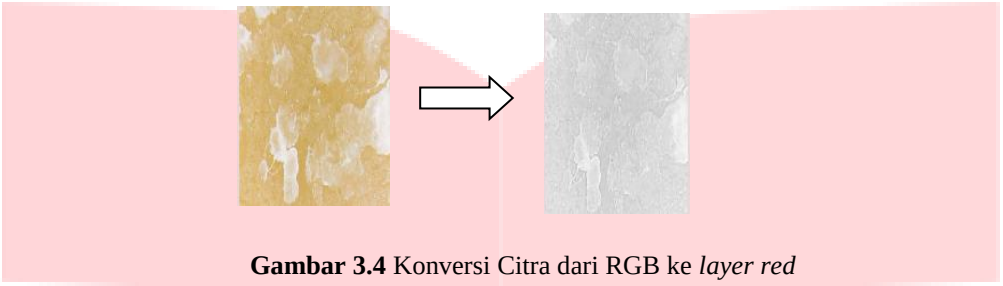
Akuisisi citra merupakan tahap awal dengan tujuan mendapatkan citra digital sebagai data latih maupun data uji. Proses akuisisi dalam Tugas Akhir ini, penulis menggunakan objek gambar dari keju yang sudah diteliti selama 15 hari sehingga terlihat kenampakan perubahan pada bagian tekstur pada keju. Keju tersebut kemudian dicitrakan menggunakan mikroskop digital dengan posisi pengambilan gambar dari atas objek. Adapun jumlah citra keju yang diproses adalah sebanyak 24 data citra latih dan 48 data citra uji.

3.3 Preprocessing



Gambar 3.3 Diagram Alir *Preprocessing* Deteksi Kualitas Keju

Pre-pocessing merupakan tahap yang dilakukan untuk mempersiapkan citra yang masih kasar sehingga dapat diolah lebih lanjut. Tujuan dari *prepocessing* untuk meningkatkan kualitas dari citra masukan yang diperoleh. Pada Gambar 3.4 dilakukan pemrosesan terhadap data citra awal, dimana terdapat proses mengubah citra RGB menjadi citra *layer red*, proses ini berfungsi untuk mereduksi citra tiga dimensi menjadi satu dimensi saja dengan nilai intensitas yang sama, sehingga dapat mempercepat proses komputasi. Gambar 3.5 merupakan konversi dari citra RGB ke citra *layer red*.



Gambar 3.4 Konversi Citra dari RGB ke *layer red*

3.4 Ekstraksi Ciri Deteksi Kualitas Keju Menggunakan *Gabor Wavelet*

Ekstraksi ciri merupakan cara yang dilakukan untuk mendapatkan ciri dari sebuah citra. Proses ini merupakan tahap penting dalam mendeteksi kualitas sangat layak makan, layak makan, dan tidak layak makan pada keju. Proses pada analisis tekstur dengan menggunakan metode *Gabor wavelet*.

3.5 Klasifikasi Menggunakan K- NN

Analisis yang dilakukan pada K-NN adalah pengaruh penggunaan pengukuran kemiripan dan nilai *k* dan jenis jarak yang digunakan terhadap akurasi sistem dalam mengklasifikasi kualitas keju. Nilai *k* yang diuji adalah 1, 3, 5, dan 7. Jenis jarak yang diuji adalah *Euclidean, Cityblock, Cosine, dan Correlation.*

Pada klasifikasi K- NN untuk data latih dimulai dengan masukan citra latih hasil ekstraksi ciri warna dan tekstur pada DCT, kemudian menentukan nilai K yang akan digunakan. Selanjutnya menentukan *distance* dari K- NN yang akan digunakan. Setelah itu dilakukan pelatihan data yang diambil dari folder yang sudah didefinisikan tergolong sebagai data latih untuk segera diproses, dan terakhir dilakukan proses pengujian data yang akan dibandingkan dengan data citra latih.

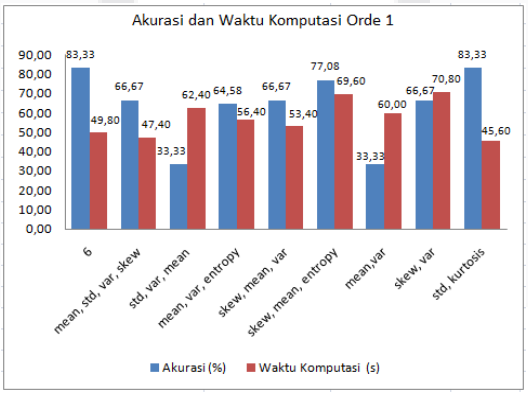
3.6 Performansi Sistem

Parameter yang diamati untuk mengetahui performansi sistem adalah akurasi dan waktu komputasi.

4. Analisis

4.1 Pengujian Menggunakan Orde Satu Pada DCT

Berikut ini adalah data hasil pengujian untuk mengetahui pengaruh parameter orde satu terhadap akurasi dan waktu komputasi. Dimana parameter orde satu terdiri dari *mean, variance, standar deviasi, skewness, kurtosis,* dan *entropy*. Pengujian pada tahap ini menggunakan parameter d_1=2, d_2=2, k=1, dan *distance euclidean*.



Gambar 4.1 Akurasi dan Waktu Komputasi Orde 1

Berdasarkan Gambar 4.1 akurasi terbesar didapatkan pada saat parameter orde satu yang digunakan adalah standar devisiasi dan kurtosis yang meiliki akurasi 83,33% dan akurasi terkecil sebesar 33,33% dimana parameter orde satu yang digunakan adalah *mean* dan *variable*. Sedangkan

waktu komputasi terbesar didapatkan saat parameter orde satu yang digunakan adalah *skewness* dan *variable* yaitu 70,8s dan waktu komputasi terkecil didapatkan saat parameter orde satu yang digunakan adalah standar deviasi dan kurtosis yaitu 45,60s. Hasil ini dikarenakan semakin bagus ciri pada parameter orde satu , maka semakin besar akurasi yang didapat oleh sistem.

4.2 Pengujian Menggunakan Skala dan Orientasi Gabor

Tabel 4.1 merupakan hasil pengujian menggunakan skala dan orientasi pada Gabor wavelet. Nilai skala yang digunakan adalah 3, 5, dan 6. Orientasi yang digunakan adalah 5, 6, 7, dan 8

.

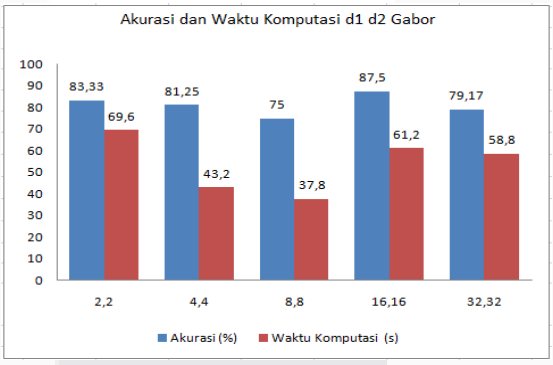
Tabel 4.1 Akurasi dan Waktu Komputasi Skala dan Orientasi Gabor

Skala	Orientasi	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)	Jumlah Data Benar
3	6	60,42	45,2	29
	7	79,17	45,8	38
	8	83,33	45,6	40
5	6	85,42	43	41
	7	79,17	44,7	38
	8	75	44,2	36
6	6	85,42	43,5	41
	7	81,25	43,6	39
	8	79,17	43,1	38

Berdasarkan tabel 4.1 akurasi terbesar saat nilai skala 5 orientasi 6 dan nilai skala 6 orientasi 6 yaitu 85,42%. Akurasi terkecil saat nilai skala 3 orientasi 6 yaitu 60,42%. Sedangkan waktu komputasi terbesar saat nilai skala 3 orientasi 7 yaitu 45,6s dan waktu komputasi terkecil adalah saat nilai skala 5 orientasi 6. Dari asil yangdidapat, dapat disimpulkan bahwa nilai orientasi berbanding lurus dengan nilai akurasi. Semakin besar skala maka akurasi akan semakin besar.

4.3 Pengujian Menggunakan Faktor *Down Sampling* Gabor

Gambar 4.2 merupakan hasil pengujian parameter faktor *down sampling* untuk panjag (d_1) dan tinggi (d_2) pada gambar. Parameter d_1 dan d_2 yang digunakan adalah (2,2), (4,4), (8,8), (16,16), dan (32,32) dengan orde satu 2 *feature* yaitu std dan kurtosis, k=1, serta *euclidean distance*.

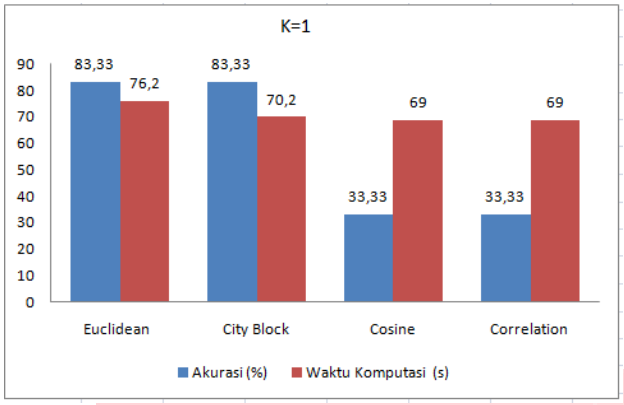


Gambar 4.2 Akurasi Dan Waktu Komputasi Blok DCT

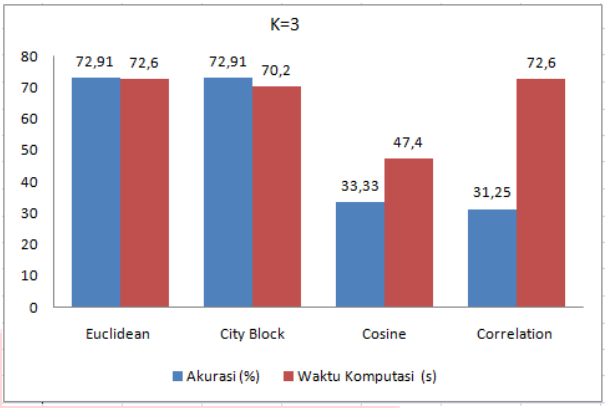
Berdasarkan Gambar 4.2 akurasi terbesar di dapatkan pada saat nilai d_1=16, d_2=16 yaitu sebesar 87,5%. Akurasi terkecil pada saat nilai d_1=8, d_2=8 yaitu sebesar 75 %. Sedangkan waktu komputasi terbesar didapat saat d_1=2, d_2=2 yaitu 69,6s dan waktu komputasi terkecil disaat d_1=8, d_2=8 yaitu 37,8s.

4.4 Pengujian Menggunakan Parameter Nilai K Dan *Distance* Pada K-NN

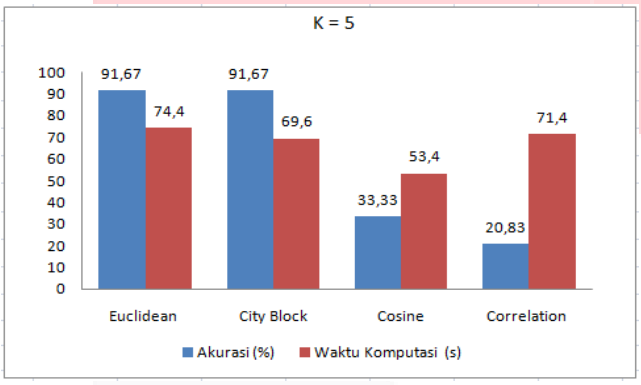
Gambar 4.3, 4.4, dan 4.5 merupakan hasil pengujian parameter nilai K dan *distance* pada K- NN. Dimana parameter nilai K yang digunakan adalah 1, 3, 5, 7, dan *distance* yang digunakan adalah *euclidean, cityblock, cosine, correlation* dengan orde satu 2 *feature* (std dan kurtosis) dan saat nilai d_1=32, d_2=32.



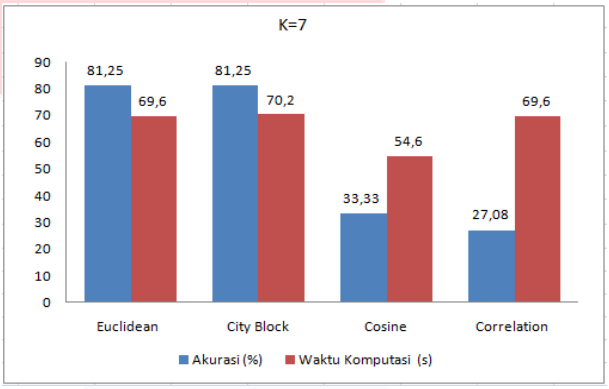
Gambar 4.3 Akurasi Dan Waktu Komputasi Saat K= 1



Gambar 4.4 Akurasi Dan Waktu Komputasi Saat K= 3



Gambar 4.5 Akurasi Dan Waktu Komputasi Saat K= 5



Gambar 4.5 Akurasi Dan Waktu Komputasi Saat K= 7

Berdasarkan diagram di atas akurasi terbesar didapatkan pada saat k=5 dan *distance euclidean* atau *distance cityblock* yaitu sebesar 91,67 % dan akurasi terkecil pada saat k=5 dan *distance correlation* yaitu sebesar 20,83%. Sedangkan Waktu komputasi terbesar didapatkan saat k=9 dan *distance euclidean* yaitu 78,6s dan waktu komputasi terkecil saat k=9 dan *distance correlation* yaitu 46,2s.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada sistem pengklasifikasian citra keju pada penelitian ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem ini sudah mampu mengklasifikasikan jenis kualitas keju menggunakan metode Gabor Wavelet dengan klasifikasi K-NN.
2. Sistem klasifikasi jenis kualitas keju dilakukan dengan tahapan akuisisi citra berupa pengambilan citra menggunakan mikroskop digital. Kemudian dilanjutkan dengan *preprocessing*. Lalu ekstraksi ciri warna dan tekstur pada Gabor Wavelet. Terakhir klasifikasi jenis kualitas keju dengan K- NN.
3. Akurasi terbesar didapatkan setelah penambahan parameter nilai K dan *distance*, saat k=5 dan *distance euclidean* yaitu sebesar 91,67%.
4. Parameter ciri orde satu terbaik pada saat Standar Devisisasi dan Kurtosis.

Daftar Pustaka :

[1] Winarno, F.G. dan Fernandez, Ivone E. 2007. Susu dan Produk Fermentasinya. Bogor: MBRIO PRESS

[2] Mayhoneys. (2008). *Pengolahan citra digital*.[Online]. Tersedia: http://www.ittelkom.ac.id/library/index.php?view=article&catid=15%3Ape48mrosesansinyal&id=383%3Apengolahancitradigital&option=com_content&Itemid=15 [24 September 2013

[3] Purnomo, Mauridhi Hery dan Arif Muntasa. (2010). *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur*.Yogyakarta: Graha Ilmu.\

[4] Daubechies,I.1990. *The Wavelet Transform, Time-Frequency Localization And Signal Analysis*. IEEE Trans. Information Theory 36 (1990) 961–1005.

[5] Padraig. Cunningham, and Sarah Jane Delany, "*k-Nearest Neighbor Classifier*". (-): Technical Report UCD-CSI, vol. 4, pp. 1-2, 2007.

[6] S. Aksoy. (2008). "*Non Bayesian Classifier, k-Nearest Neighbor Classifier and Distance Functions"*. Ankara: Bilkent University., vol. I, pp. 5-6.

[7] W. Hidayat, (2009). *Penerapan K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Gambar Landscape Berdasarkan Fitur Warna dan Tekstur*. Bandung: Politeknik Telkom Bandung
[8] Munir, Renaldi. (2004). *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik.*Bandung : Penerbit Informatika.
[9] T. Sutoyo, TeoriPengolahan Citra Digital, Yogyakarta: Andi, 2009.
[10] S. R. Listyanto, "Implementasi KNN untuk Mengenali Pola Citra untuk Mengindentifikasi Penyakit Kulit."