

KLASIFIKASI JENIS KUALITAS KEJU DENGAN MENGGUNAKAN METODE GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM) DAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) PADA CITRA DIGITAL

Types Of Cheese Quality Classification Using Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) And Support Vector Machine (SVM) Method On Digital Image

Reni Anggraini¹, Dr.Ir.Bambang Hidayat, DEA², 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

¹reni.anggraini2695@gmail.com, ²bhidayat@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Keju mengandung vitamin A, B, dan D, serta berbagai mineral penting bagi tubuh kita seperti, phosphor dan kalsium. 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 dipilihnya 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 mengklasifikasikan jenis kualitas dari keju. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk klasifikasi kualitas keju. Pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan metode ekstraksi ciri *Gray Level Co- Occurrence Matrix* (GLCM) dengan klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM) yang diawali dengan proses preprocessing.

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 97.9167% dengan waktu komputasi 0.0286s dengan menggunakan metode GLCM dimana digunakan ekstraksi ciri berdasarkan tekstur dan warna dengan parameter orde dua (kontras dan homogenitas), arah 0° , $d=2$ pixel, kernel *polynomial*, dan jenis *multiclass* OAO.

Kata kunci: keju, *gray level co-occurrence matrix* (GLCM), *support vector machine* (SVM).

ABSTRACT

Cheese contains vitamin A, B, and D, as well as various minerals necessary for our body, such as phosphor and calcium. 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 Thesis the author discusses how to classify the type of quality of the cheese. There are several methods that can be used for the classification of the quality of the cheese. In this final task the author use Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) feature extraction with Support Vector Machine (SVM) classification that begins with the process of pre-processing.

*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 97.9167% with computational time 0.0286 s using the GLCM method which used feature extraction based on texture and color with two order of parameter (the contrast and homogeneity), direction of 0° , $d = 2$ pixel, kernel *polynomial*, and the type OAO of multicast.*

Keyword: *chesee, gray level co-occurrence matrix (GLCM), support vector machine (SVM).*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Secara umum keju merupakan makanan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat karena mengandung gizi dan protein yang cukup tinggi. Ini salah satu alasan banyaknya masyarakat telah menggunakan keju sebagai bahan dasar maupun bahan tambahan dalam proses pembuatan berbagai jenis makanan. Hal ini menyebabkan peningkatan konsumsi keju di Indonesia khususnya keju *cheddar*. Kraft yang merupakan merek keju terkemuka di Indonesia, dimana keju yang diproduksi kraft menggunakan susu sapi sebagai bahan dasarnya. Namun, kita harus teliti dalam menyimpan keju karena ada kemungkinan keju yang telah disimpan telah rusak atau mengalami penurunan kualitas. Hal ini disebabkan terlalu lamanya penyimpanan. Ada beberapa cara untuk melihat kualitas dari keju, salah satunya dapat dilihat dari perubahan tekstur pada 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.

Maka penelitian pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan metode *Gray Level Co- Occurrence Matrix* (GLCM). Untuk metode klasifikasi yang digunakan adalah *Support Vector Machine* (SVM) yang dibagi menjadi dua bagian, yaitu tahap pelatihan dan tahap pengujian. Tahap pelatihan bertujuan untuk mendapatkan fitur-fitur penting hasil proses ekstraksi ciri yang akan menjadi masukan 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 *rennet*. 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* yang disebut *whey*. Dipercaya bahwa dahulu keju diproduksi secara tidak sengaja, yaitu ketika bakteri yang ada dalam susu dan enzim pencernaan ternak bereaksi membentuk *curd*, dan kemudian terbentuklah keju mentah [12].

Keju dibuat dengan cara menggumpalkan protein susu dengan bantuan enzim *renin*. Enzim *renin* dapat diperoleh dalam bentuk *rennet*. Dispersi koloidal kalsium *fوسفokaseinat* dapat diganggu dan dirusak oleh enzim *renin*. Karena kerja enzim tersebut terjadilah penggumpalan gel atau tahu susu. Sebetulnya yang menyebabkan penggumpalan adalah adanya ion kalsium sehingga terjadi endapan kalsium *kaseinat* [12].

Suhu susu untuk penggumpalan adalah sangat kritis bila susu ditambah *renin*. Bila suhu susu dibawah 15°C , penggumpalan tidak dapat terjadi. Bila lebih dari 60°C , enzim menjadi tidak aktif. Suhu optimumnya adalah 40°C . Dari hasil uji total bakteri yang dilakukan, didapatkan hasil seperti pada tabel 2.1:

Tabel 2.1 Hasil Uji Total Bakteri Pada Keju [7]

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 [7]:

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

Citra merupakan fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang 2 dimensi, dinyatakan dalam bentuk fungsi $f(x,y)$ seperti gambar 2.9, dimana x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitudo f di titik koordinat (x,y) dinamakan 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 adalah citra digital. Secara matematis persamaan 2.1 merupakan fungsi intensitas $f(x,y)$ [1]:

$$0 < f(x,y) < \infty \quad (2.1)$$

Citra digital adalah citra dimana dilakukan dikritisasi koordinat spasial (sampling) dan dikritisasi tingkat keabuannya (kwantisasi). Suatu citra berukuran $N \times M$ pixel dengan intensitas beragam pada tiap pikselnya, direpresentasikan secara numerik dengan matriks terdiri dari N baris dan M kolom. Sebuah citra diubah dalam bentuk digital agar dapat disimpan dalam memori komputer atau media penyimpanan lainnya.

2.3 Ekstraksi Ciri *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM)

Tekstur adalah sifat-sifat atau karakteristik yang dimiliki oleh suatu daerah yang cukup besar sehingga secara alami sifat tersebut dapat berulang dalam daerah tersebut. Pada Tugas Akhir ini yang dimaksud tekstur adalah keteraturan pola-pola tertentu yang terbentuk dari susunan piksel-piksel dalam citra keju.

Salah satu teknik untuk mendapatkan ciri statistik adalah dengan menghitung sudut dan jarak. Salah metode untuk mengetahuinya adalah dengan menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). GLCM didefinisikan sebagai tabulasi dari data piksel citra dimana digambarkan seberapa sering kombinasi yang berbeda pada nilai keabuan yang muncul pada citra [5].

Berikut langkah-langkah metode GLCM:

1. *Quantization* merupakan konversi nilai *grayscale* (256 nilai keabuan) citra kedalam rentang (level-level) nilai tertentu [5].
2. *Co-occurrence* merupakan jumlah kejadian satu level nilai intensitas piksel bertetangga dengan satu level intensitas piksel lain dalam jarak (*distance*) dan orientasi sudut (θ) tertentu (d, θ).
3. *Symmetric* diartikan sebagai kemunculan posisi piksel yang sama. Misalkan terdapat piksel (2,3) [5].
4. *Normalization*
5. *Feature Extraction*.

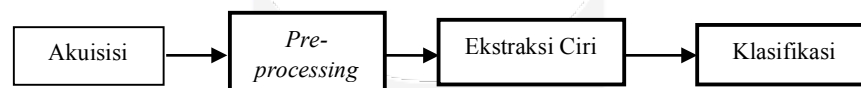
2.4 Klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM)

Support Vector Machine (SVM) merupakan teknik pembelajaran mesin (*machine learning*). Pembelajaran dilakukan dengan menggunakan pasangan data input dan data output berupa sasaran yang diinginkan. Pembelajaran dengan cara ini disebut dengan pembelajaran terarah (*supervised learning*). Dengan pembelajaran terarah ini akan diperoleh fungsi yang menggambarkan bentuk ketergantungan *input* dan *output* nya. Selanjutnya, diharapkan fungsi yang diperoleh mempunyai kemampuan generalisasi yang baik, dalam arti bahwa fungsi tersebut dapat digunakan untuk data *input* di luar data pembelajaran [3]. Konsep SVM dapat dijelaskan secara sederhana sebagai usaha mencari hyperplane terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah *class* pada *input space*.

3. Pembahasan

3.1 Perancangan Sistem

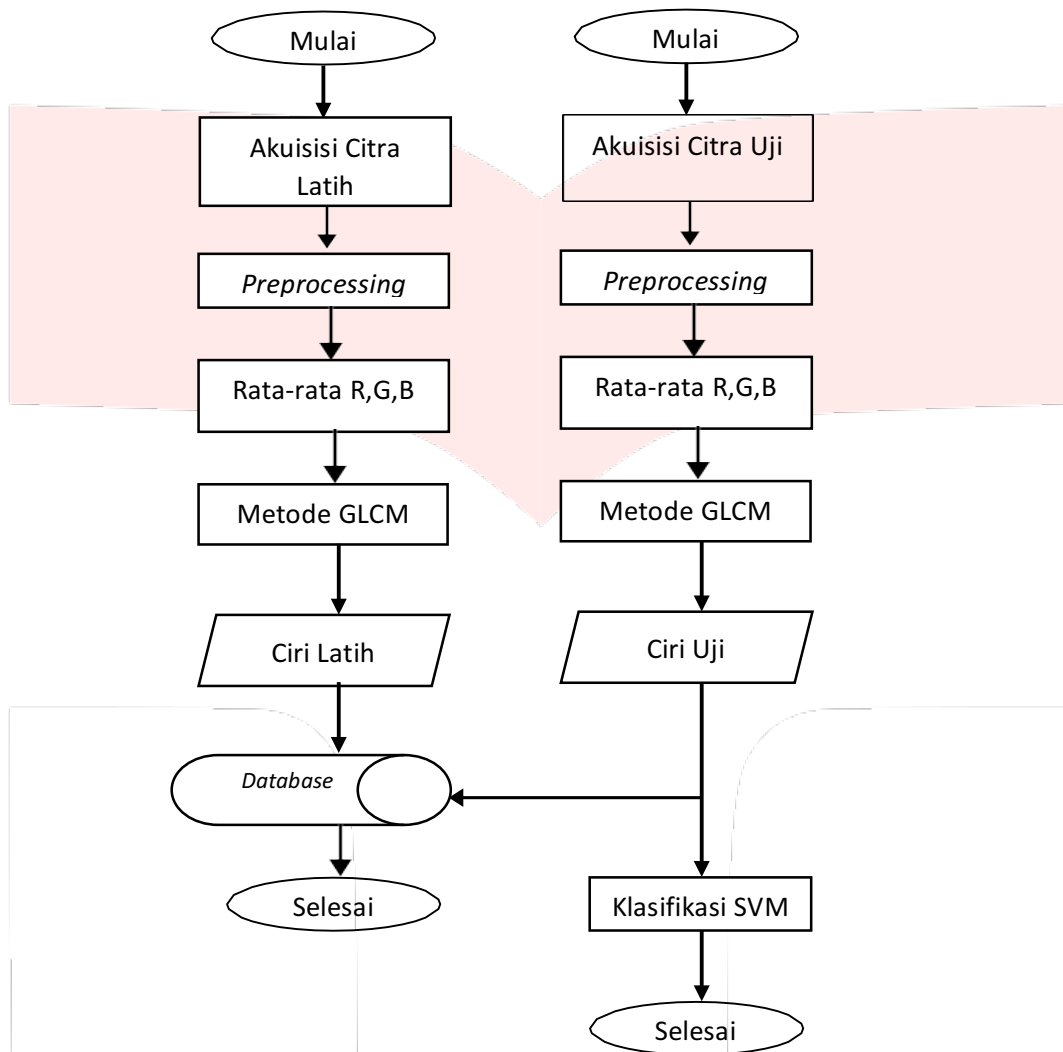
Secara keseluruhan blok diagram tahapan dari proses perancangan sistem direpresentasikan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Citra keju yang dihasilkan pada Gambar 3.1 akan mengalami proses dalam dua tahap, yaitu tahap latih dan tahap uji sehingga prosesnya menjadi seperti pada Gambar 3.2, selanjutnya dihasilkan ciri citra yang membedakan antara keju sangat layak makan, layak makan dan tidak layak makan. Untuk kemudian ciri citra tersebut disimpan ke dalam suatu bentuk *database* yang nantinya digunakan sebagai data pembandingan pada proses klasifikasi citra uji. Tahap latih adalah proses pencarian nilai piksel yang menjadi acuan untuk *database* program, dimana nilai piksel tersebut yang dicocokkan dengan citra uji untuk mendeteksi kelas keju. Tahap uji adalah proses yang digunakan untuk menguji data citra sehingga dapat diklasifikasikan oleh perangkat lunak. Pada tahap latih setiap prosesnya terdiri atas *preprocessing* terhadap data latih citra yang dimasukkan, kemudian dilakukan ekstraksi ciri warna dan tekstur dengan menggunakan GLCM. Pada tahap uji, setelah dilakukan *preprocessing* dan ekstraksi ciri selanjutnya citra diklasifikasikan dengan menggunakan metode klasifikasi SVM untuk mengetahui kecocokan vektor ciri dari data uji terhadap data latih sehingga didapatkan hasil klasifikasi.

Gambaran umum sistem simulasi dan analisis dari penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut:

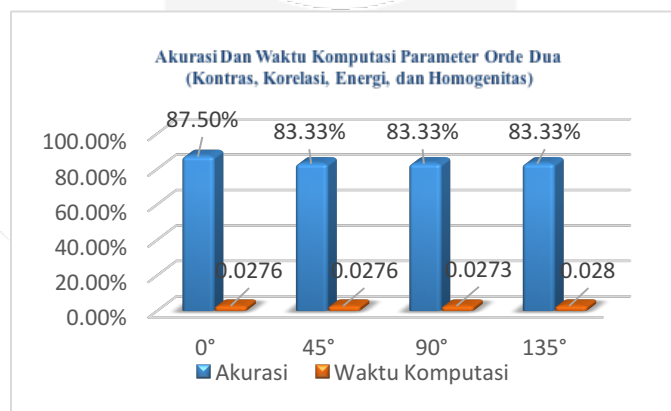


Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Latih dan Proses Uji

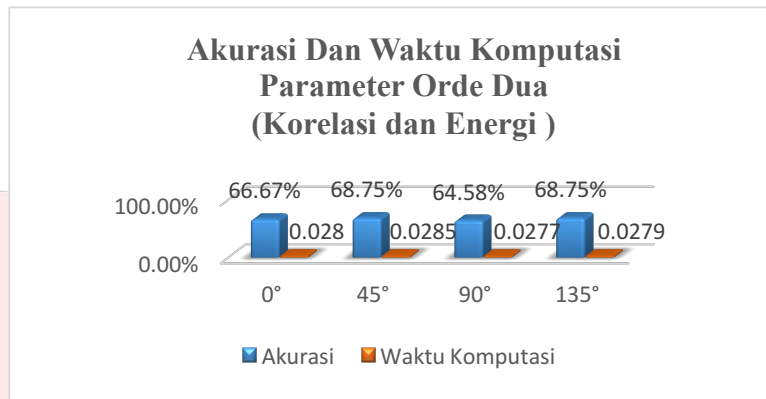
4. Analisis

4.1 Pengujian Menggunakan Parameter Orde Dua Pada GLCM

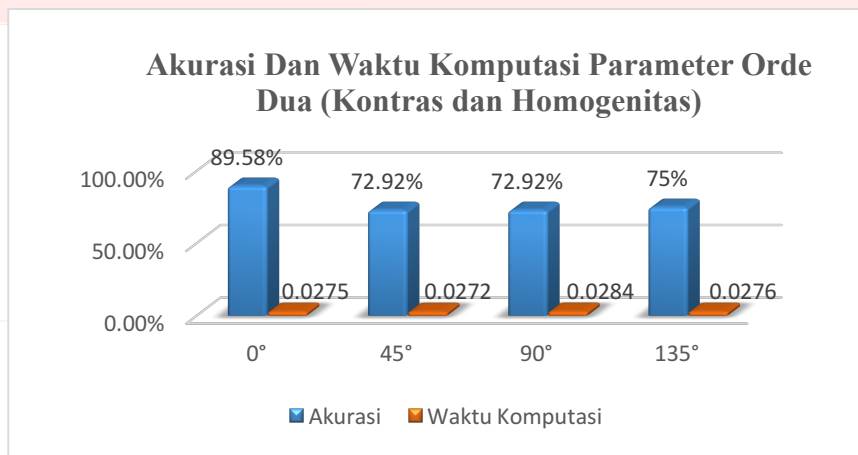
Pengujian pada tahap ini menggunakan parameter GLCM, $d=1$, level kuantisasi 16 dan parameter SVM, jenis kernel trick *polynomial*, dan *multiclass* OAO.



Gambar 4.1 Akurasi Dan Waktu Komputasi Parameter Orde Dua (Kontras, korelasi, energi, dan homogenitas)



Gambar 4.2 Akurasi Dan Waktu Komputasi Parameter Orde Dua (Korelasi dan Energi)

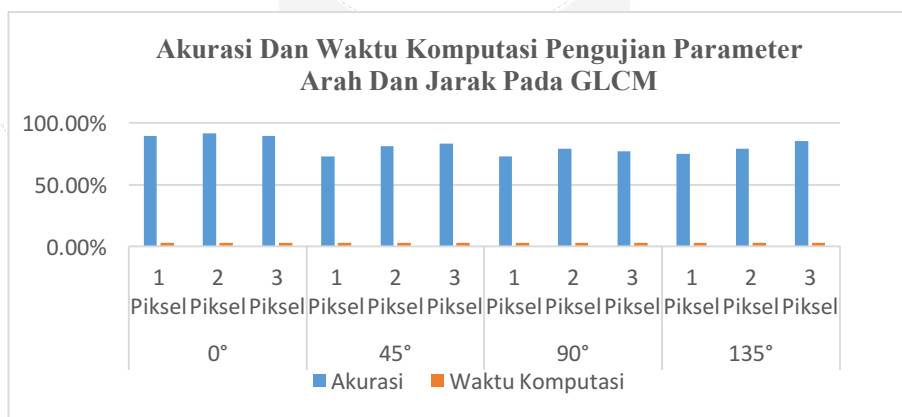


Gambar 4.3 Akurasi Dan Waktu Komputasi Parameter Orde Dua (Kontras dan Homogenitas)

Berdasarkan Gambar 4.1, Gambar 4.2, dan Gambar 4.3 akurasi terbesar didapatkan pada saat parameter orde dua yang digunakan adalah kontras dan homogenitas yaitu 89.5833 % dan akurasi terkecil sebesar 64.5833% dimana parameter orde dua yang digunakan adalah korelasi dan energi. Sedangkan waktu komputasi terbesar didapatkan saat parameter orde dua yang digunakan adalah korelasi dan energi yaitu 0.0285s. Hasil ini dikarenakan semakin bagus ciri pada parameter orde dua , maka semakin besar akurasi yang didapat oleh sistem.

4.2 Pengujian Pengaruh Arah Dan Jarak Pada GLCM

Parameter jarak yang digunakan $d=1, 2, 3$ pixel, derajat keabuan $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$, level kuantisasi 16, parameter orde dua yang digunakan kontras dan homogenitas, dimana parameter SVM, jenis kernel *trick polynomial, multiclass OAO*.

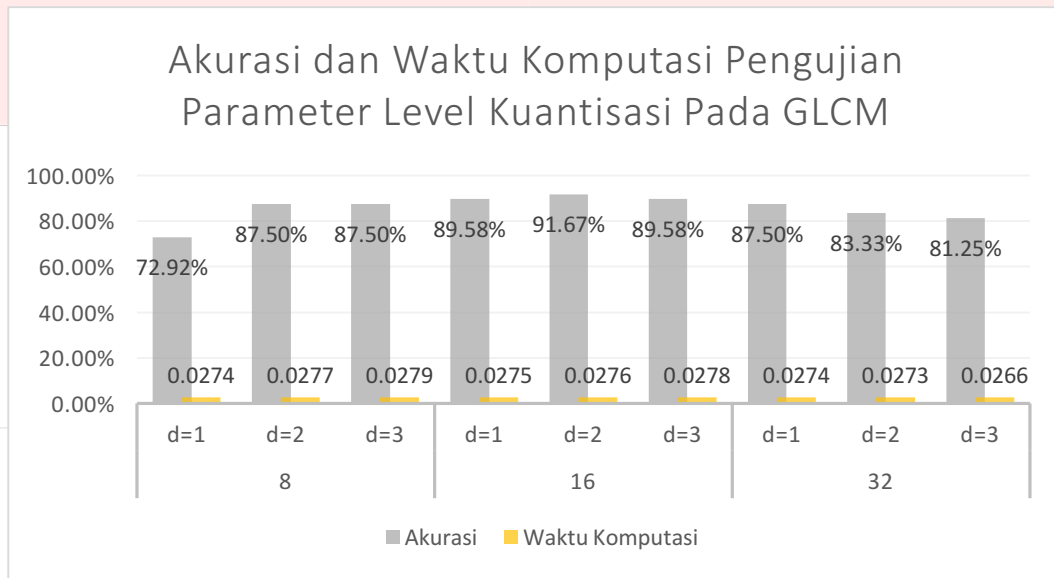


Gambar 4.4 Akurasi Dan Waktu Komputasi Pengujian Parameter Arah Dan Jarak Pada GLCM

Berdasarkan **Gambar 4.4** akurasi terbesar di dapatkan pada saat parameter arah 0° dan jarak $d=2$ pixel yaitu sebesar 91.6667% dan akurasi terkecil pada saat parameter arah 45° dan 90° dan jarak $d=1$ pixel yaitu sebesar 72.9167 %. Sedangkan waktu komputasi terbesar didapat saat parameter arah 135° dan jarak $d=3$ pixel yaitu 0.0281s dan waktu komputasi terkecil disaat parameter arah 90° dan jarak $d=2$ pixel yaitu 0.0270s. Semakin besar arah yang digunakan, maka waktu komputasi yang diperlukan sistem akan semakin besar juga.

4.3 Pengujian Pengaruh Level Kuantisasi GLCM

Dimana parameter jarak yang digunakan $d=1, 2, 3$ pixel, derajat keabuan 0° , level kuantisasi 8, 16, 32 parameter orde dua yang digunakan kontras dan homogenitas, parameter SVM: jenis kernel trick polynomial, multiclass OAO.

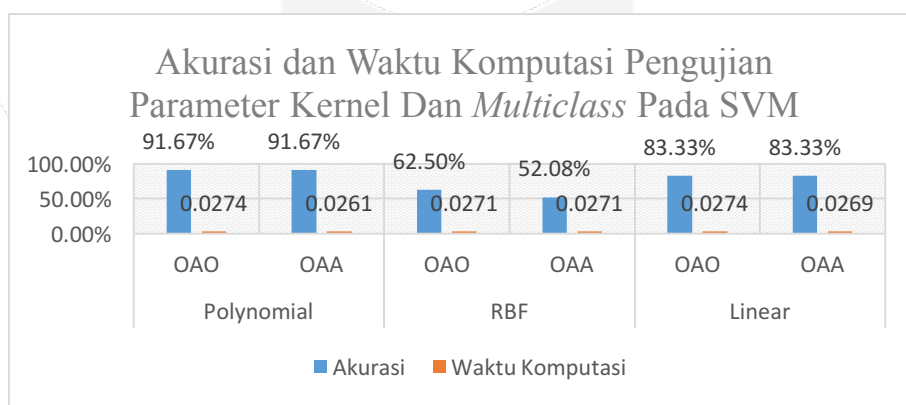


Gambar 4.5 Akurasi dan Waktu Komputasi Pengujian Parameter Level Kuantisasi Pada GLCM

Berdasarkan **Tabel 4.5** akurasi terbesar didapatkan pada saat level kuantisasi 16 dan jarak $d=2$ pixel yaitu sebesar 91.6667% dan akurasi terkecil pada saat level kuantisasi 8 dan jarak $d=1$ pixel yaitu sebesar 72.9167%. Sedangkan Waktu komputasi terbesar didapatkan saat level kuantisasi 32 yaitu 0.0286s dan waktu komputasi terkecil disaat level kuantisasi 8 yaitu 0.0266s. Hal ini dikarenakan semakin kecil level kuantisasi maka semakin sedikit nilai yang diproses sehingga membuat waktu komputasi sistem semakin cepat.

4.4 Pengujian Pengaruh Jenis Kernel Trick Dan Multiclass Pada SVM

Parameter jarak yang digunakan $d=2$, derajat keabuan 0° , level kuantisasi 16, parameter orde dua yang digunakan kontras dan homogenitas, dimana parameter SVM yang digunakan adalah jenis kernel: *polynomial*, *RBF*, *Linear* dan jenis *multiclass* OAO dan OAA.

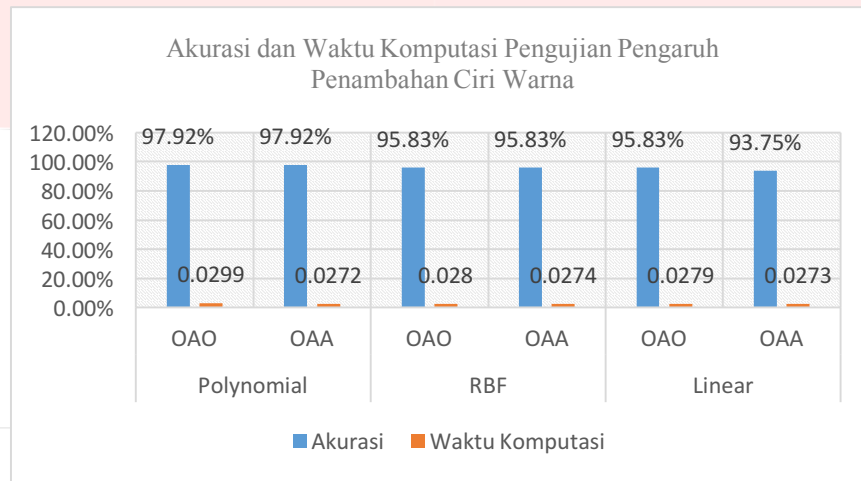


Gambar 4.6 Akurasi dan Waktu Komputasi Pengujian Parameter Kernel Dan Multiclass Pada SVM

Berdasarkan **Gambar 4.6**, akurasi terbesar didapatkan pada saat jenis kernel polynomial dan multiclass OAO dan OAA yaitu sebesar 91.6667% dan akurasi terkecil pada saat jenis kernel RBF dan multiclass OAA yaitu sebesar 52.0833%. Sedangkan Waktu komputasi terbesar didapatkan saat jenis kernel polynomial dan linear serta multiclass OAO yaitu 0.0274s dan waktu komputasi terkecil saat jenis kernel polynomial serta multiclass OAA yaitu 0.0261s.

4.5 Pengujian Pengaruh Penambahan Ciri Warna Terhadap Tingkat Akurasi Dan Waktu Komputasi

Parameter jarak yang digunakan $d=2$ pixel, arah 0° , level kuantisasi 16, parameter orde dua yang digunakan kontras dan homogenitas, dimana parameter SVM yang digunakan adalah jenis kernel trick: polynomial, RBF, Linear dan jenis multiclass OAO dan OAA.



Gambar 4.7 Akurasi dan Waktu Komputasi Pengujian Pengaruh Penambahan Ciri Warna

Berdasarkan **Gambar 4.7** akurasi terbesar didapatkan pada saat jenis kernel polynomial dan multiclass OAO dan OAA yaitu sebesar 97.9167% dan akurasi terkecil pada saat jenis kernel linear dan multiclass OAA yaitu sebesar 93.7500%. Sedangkan waktu komputasi terbesar didapatkan saat jenis kernel polynomial dan linear serta multiclass OAO yaitu 0.0299s dan waktu komputasi terkecil saat jenis kernel polynomial serta multiclass OAA yaitu 0.0272s. Proses penambahan ciri warna membuat kenaikan nilai akurasi yang awalnya akurasi terbesar pada saat hanya terdapat ciri tekstur adalah 91.6667% menjadi 97.9167%, oleh karena itu ciri warna menjadi ciri tetap pada sistem klasifikasi ini.

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 GLCM dan SVM.
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 GLCM. Terakhir klasifikasi jenis kualitas keju dengan SVM.
3. Parameter ciri orde dua terbaik pada saat nilai kontras dan homogenitas, yaitu 89.5833%.
4. Pengujian parameter arah dan jarak pada GLCM terbesar didapat pada saat arah = 0° dan jarak = 2 *pixel*, yaitu 91.6667%.
5. Level kuantisasi terbesar didapat pada saat 16 level kuantisasi yaitu 91.6667%. Pengaruh level kuantisasi yaitu, semakin kecil level kuantisasi maka semakin sedikit nilai yang diproses sehingga membuat waktu komputasi sistem semakin cepat.
6. Parameter jenis kernel trick dan multiclass terbesar didapat pada saat jenis kernel trick polynomial, dan multiclass OAO dan OAA, yaitu 91.6667%.
7. Akurasi terbesar didapatkan setelah penambahan ciri warna, dimana pada saat jenis kernel trick polynomial dan multiclass OAO dan OAA yaitu sebesar 97.9167%.

Daftar Pustaka

- [1] Abdul, Kadir. Adh., Susanto. (2013). Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra, Yogyakarta: Andi.
- [2] Agus Priyono & Marvin Ch. Wijaya, 2007. Pengolahan Citra Digital Menggunakan MatLAB Image Processing Toolbox. Bandung : Informatika.
- [3] Cristianini N., Taylor J.S., "An Introduction to Support Vector Machines And Other Kernel-Based Learning Methods", Cambridge Press University, 2000.
- [4] Egrina, Titi. Pemanfaatan ekstrak kasar papain sebagai koagulan pada pembuatan keju. file.upi.edu.ac.id. 15 September 2016.
- [5] Hall-Beyer, Mryka. 2008, Gray Level Co – occurrence Matrix, [online], (http://www.fp.ucalgary.ca/mhallbey/the_glcm.html, diakses Maret 2017).
- [6] Hsu, Chih-Wei, Chih-Jen Lin. A Comparison of Methods for Multi-class Support Vector Machines. IEEE Transactions on Neural Networks, 13(2):415-425.2002.
- [7] Laboratorium Riset Dan Pengujian. 2017. Bandung : Universitas Padjadjaran.
- [8] M. Haralick, Robert. 1973. Textural Features for Image Classification. IEEE.USA.
- [9] Sisni. bsn.go.id/index.php/sni_main/sni/detail_sni/7779 diunduh pada 12 Desember 2016.
- [10] Wikipedia, Color_space, http://en.wikipedia.org/wiki/Color_space, diunduh pada tanggal 15 Januari 2017.
- [11] Wikipedia, HSL_and_HSV, http://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV, diunduh pada tanggal 15 Januari 2017.
- [12] Wikipedia, Pembuatan_keju, https://id.wikipedia.org/wiki/Keju#Pembuatan_keju, diunduh pada 20 September 2016.
- [13] Wikipedia, RGB_color_model, http://en.wikipedia.org/wiki/RGB_color_model, diunduh pada tanggal 18 September 2016.