

IDENTIFIKASI DAN KLASIFIKASI KEMURNIAN SUSU SAPI BERDASARKAN PEMROSESAN SINYAL VIDEO MENGGUNAKAN METODE GABOR WAVELET DAN SUPPORT VECTOR MACHINE

IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF COW MILK PURENESS BASED ON VIDEO SIGNAL PROCESSING BY USING GABOR WAVELET AND SUPPORT VECTOR MACHINE METHODS

Haidar Maghrifa Ahmad¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA,² Prof. Dr. Ir. Sjafril Darana, S.U
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
¹haidarmaghrifa@gmail.com, ²bhidayat@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Susu sapi merupakan minuman yang sangat bergizi untuk dikonsumsi dalam kehidupan sehari-hari, karena kandungannya yang ada di dalamnya seperti lemak, mineral dan protein sangat diperlukan oleh tubuh. Banyak orang ingin membeli susu murni tapi dari beberapa penjual susu murni memungkinkan untuk mendapatkan keuntungan yang lebih dengan mengurangi banyaknya susu murni dan menambahkan zat lain untuk menambah volume susu dan membuat susu agar bisa bertahan lebih lama daripada umumnya hal ini membuat penurunan kualitas yang ada pada susu murni tersebut. Biasanya cara yang sangat sederhana yang dipakai untuk mengidentifikasi kemurnian susu yang akan dibeli dengan melihat perbedaan warna dan mencium baunya lalu membandingkan dengan susu murni yang sudah diketahui benar kemurnian susunya, namun hal ini susah untuk dilakukan dan sangat kecil tingkat keberhasilannya untuk membedakan susu tersebut, semakin berkembangnya teknologi pangan dibutuhkan teknologi yang dapat memudahkan kita sebelum memilih susu untuk dikonsumsi agar mengetahui kemurnian susu yang dipilih sehingga susu yang akan dikonsumsi memiliki kemurnian yang asli

Dalam tugas akhir ini dilakukan identifikasi dan klasifikasi kemurnian susu sapi berdasarkan pemrosesan sinyal video dengan tahapan akuisisi, pre-prosesing, ekstraksi ciri dan klasifikasi, pada tahap ekstraksi ciri menggunakan metode gabor wavelet untuk proses klasifikasi menggunakan support vector machine. Sistem yang dibuat diaplikasikan pada perangkat lunak (software) MATLAB dengan dilakukan identifikasi dan klasifikasi pada bentuk, warna dan kecepatan tetesan bulir susu sapi, pada skenario pengujian bentuk memiliki hasil rata-rata akurasi terbaik 90% dengan rata-rata waktu komputasi 2.60785 s dan skenario pengujian warna memiliki rata-rata akurasi terbaik 60% rata-rata waktu komputasi 0.0523 s.

Kata Kunci : Susu Sapi, Gabor Wavelet, Support Vector Machine

Abstract

Cow's milk is a very nutritious drink to be consumed daily, because it contains fat, mineral and protein that is needed by the body. Many of people wants to buy pure milk but some pure milk seller tries to gain more profit by reducing the number of pure milk and mixing it with other substances to increase the milk's volume and making the milk last longer, this methods usually lowers the quality on that raw milk. Usually the simplest way that is used to identify the pureness of milk is by seeing the difference in color and smelling its odor then compare it with milk which pureness already known, but this methods is hard to be done and the success rate to differ those milks is very low. As food technology advances there is a need of technology that could ease us to pick pure milk to be consumed by knowing that the milk has the best purity.

This final Project is identification and classification of cow's milk pureness based on video signal processing through several steps acquisition, pre-processing, feature extraction and classification. In feature extraction gabor wavelet method will be used and support vector machine method will be used to classify it. The system is applied through a software called MATLAB by identify and classify in shape, color and speed of cow milk droplets, performing shape testing scenarios that produces 90% average accuracy at best with 2.60785 s average computing time and performing color testing scenarios that produces 60% average accuracy at best with 0.0523 s average computing time.

Keywords: Cow's Milk, Gabor Wavelet, Support Vector Machine

1. Pendahuluan

Susu merupakan minuman bergizi yang diminum oleh semua kalangan dari anak kecil hingga orang dewasa karena dalam susu mengandung banyak zat yang sangat bermanfaat untuk tubuh, hamper di setiap pagi hari menu sarapan dengan minuman susu selalu disediakan. Susu merupakan sumber kalsium yang sangat penting untuk

pembentukan tulang dan gigi. Selain itu susu juga mengandung protein, lemak yang kaya akan asam lemak omega-3 dan omega-6, karbohidrat, vitamin dan mineral. Kandungan zat gizi yang lengkap tersebut menjadikan susu sebagai makanan sangat ideal [1].

Banyaknya gizi yang ada dalam susu sehingga membuat susu sebagai minuman yg sangat penting untuk dikonsumsi, tetapi susu yang kita pilih untuk dikonsumsi memiliki kemungkinan berkurangnya kualitas karena kemurnian yang ada dalam susu murni tersebut dicampur dengan bahan lain untuk meningkatkan volume dan masa berlaku agar tahan lama dan memberikan keuntungan dari penjual. Pencampuran bahan lain kedalam susu sehingga membuat penurunan kualitas adalah masalah yang umum dan serius di beberapa negara, air merupakan substansi yang menyebabkan penurunan kualitas susu yang paling umum digunakan untuk meningkatkan volume dari susu tersebut [2], terkadang urea juga ditambahkan untuk meningkatkan masa berlaku susu (masa dimana susu tersebut dapat digunakan atau dapat dikonsumsi) [3]. Semakin berkembangnya teknologi pangan dibutuhkan teknologi yang bisa mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kemurnian susu tersebut agar kita bisa memilih susu yang akan kita konsumsi memiliki kualitas yang bagus karena kemurniannya terjaga.

Dengan menggunakan pemrosesan sinyal video untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kemurnian susu sapi diharapkan dapat membantu dan memudahkan konsumen memilih susu dengan kemurnian yang terjaga, dalam proses ekstraksi ciri digunakan metode *Gabor Wavelet* untuk mendapatkan ciri khusus suatu citra. Untuk tahap klasifikasi digunakan metode *Support Vector Machine* yang digunakan untuk mengklasifikasikan susu murni, susu murni yang telah dicampur 30%, 60% dan 100% air. Digunakannya pemrosesan sinyal video karena sistem yang dirancang berawal dari video tetesan bulir susu yang dijatuhkan ke permukaan maka tiap tetesan susu murni dan susu yang dicampur air memiliki tetesan bulir yang berbeda-beda untuk diidentifikasi kecepatan, warna dan bentuk bulir susu.

2. Dasar Teori

2.1 Definisi Susu Sapi

Susu merupakan bahan pangan sekresi kelenjar ambing yang bernilai gizi tinggi, diperoleh dari proses pemerahan sapi, kambing, kerbau, kuda, kambing dan hewan lainnya serta mengandung komponen-komponen penting seperti lemak, protein, laktosa, mineral, vitamin serta enzim-enzim dan beberapa mikroba. Komponen-komponen susu merupakan sumber gizi yang baik bagi manusia, dibutuhkan oleh hampir semua tingkatan umur terutama balita, serta merupakan pertumbuhan yang baik bagi mikroba yang mengakibatkan kerusakan susu. [4]

Untuk mendapatkan kualitas susu yang baik maka dilakukan pengolahan susu yang dibagi menjadi berbagai jenis susu yaitu susu murni, susu pasteurisasi dan susu *ultra high temperature*.

2.1 Konsep Video Digital

Video pada dasarnya merupakan *array* tiga dimensi, dua dimensi digunakan untuk menggambarkan ruang pergerakan citra (*spatial*) dan satu dimensi lainnya menggambarkan waktu. Video digital tersusun atas serangkaian frame yang ditampilkan dengan kecepatan tertentu (*frame/detik*). Jika laju frame cukup tinggi, maka mata manusia akan melihatnya sebagai rangkaian yang kontinyu. [5]

Setiap frame merupakan gambar atau citra digital. Suatu citra digital direpresentasikan dengan sebuah matriks yang masing-masing elemennya merepresentasikan nilai intensitas atau kedalaman warna. [5]

2.3 Pengertian Citra Digital

Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat *analog* berupa sinyal video seperti gambar pada *monitor* televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu pita *magnetic-disk*. Citra digital atau gambar dapat didefinisikan sebagai sebuah fungsi dua dimensi, $f(x,y)$ yang merupakan fungsi intensitas cahaya, dimana nilai x dan y merupakan koordinat spasial dan nilai fungsi di setiap titik (x,y) merupakan tingkat keabuan citra pada titik tersebut. Citra digital dinyatakan dengan matriks dimana baris dan kolomnya menyatakan suatu titik pada citra tersebut dan elemen matriksnya (yang disebut sebagai elemen gambar atau piksel) menyatakan tingkat keabuan pada titik tersebut. *Matrixs* dari citra digital berukuran $N \times M$ (tinggi \times lebar). [6]

2.4 Gabor Wavelet

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 $X = (\vec{x}, \vec{y})$. Dengan persamaan Gabor Filter yang biasa digunakan adalah seperti berikut [7]

$$\Psi_{\mu,v}(z) = \frac{\|k_{\mu,v}\|}{\sigma^2} e^{(-\|k_{\mu,v}\|^2 \|z\|^2 / 2\sigma^2)} \left[e^{ik_{\mu,v}z} - e^{\frac{\sigma^2}{2}} \right] \quad (2-1)$$

Dimana μ adalah orientasi dan v adalah skala frekuensi dari Gabor Filter, $z=(x,y)$ dan $k_{\mu,v}$ didefinisikan oleh persamaan 2.2

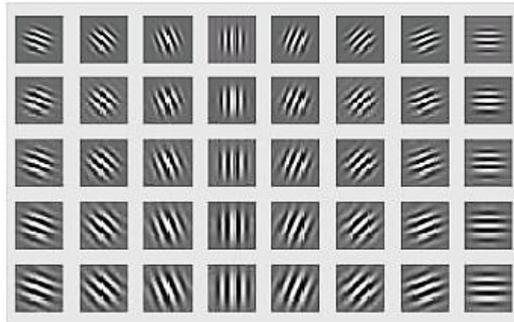
$$k_{\mu,v} = k_v e^{i\varphi u} \quad (2-2)$$

$$k_v = \frac{k_{max}}{f^v} \quad (2-3)$$

$$\varphi_u = \frac{\pi\mu}{8} \quad (2-4)$$

k_{max} adalah frekuensi maksimum dan f adalah *spacing factor* diantara kernel dalam domain frekuensi. Dengan nilai umum $\sigma=2\pi$, $k_{max}=\pi/2$ dan $f=\sqrt{2}$. Dalam tugas akhir ini akan digunakan orientasi (μ) $\in \{0,1,\dots,7\}$ dan skala frekuensi (v) $\in \{0,1,2,3,4\}$

Jika semua *Gabor filter* dengan variasi frekuensi (f) dan orientasi (θ) diterapkan pada satu titik tertentu (x,y), maka didapatkan banyak respon *filter* untuk titik tersebut, misal: digunakan lima frekuensi ($f = 0, 1, 2, 3, 4$) dan delapan orientasi (θ), maka akan dihasilkan 40 respon *filter* untuk tiap titik citra yang dikonvolusikan dengan *filter* tersebut. Citra latihan yang akan menjadi *database* dan citra yang akan dilakukan pengujian dikonvolusi lebih dahulu dengan *Gabor Filter*. Konvolusi tersebut akan menghasilkan titik titik dengan nilai tertentu yang disebut sebagai *gabor jet response*. [7]



Gambar 1. Representasi Nilai Real Gabor Kernel [7]

2.5 Support Vector Machine

Support vector machine merupakan salah satu metode yang digunakan dalam mengklasifikasikan suatu citra dengan konsep dasar yang menggunakan sebuah fungsi *linear* atau *hyperlane* yang dapat memisahkan data latihan kedalam dua kelas dengan memaksimalkan margin diantara kedua kelas tersebut [8]. Jadi dapat dikatakan tujuan dalam SVM adalah berusaha untuk menemukan *hyperlane* atau fungsi pemisah (klasifier) yang optimal yang dapat memisahkan dua set data dari dua kelas yang berbeda [9]. *Hyperplane* pemisah terbaik antara kedua kelas dapat ditemukan dengan mengukur *margin hyperplane* tersebut dan mencari titik maksimalnya. *Margin* adalah jarak antara *hyperplane* tersebut dengan *pattern* terdekat dari masing masing kelas. *Pattern* terdekat inilah yang disebut *support vector*. Garis antar *pattern* menunjukkan *hyperplane* yang terbaik yaitu yang terletak tepat pada tengah tengah kedua kelas [10]. Support vector machine merupakan golongan supervised learning yaitu memiliki proses pembelajaran yang akan menghasilkan suatu fungsi pemisah dari *input-output* berdasarkan sejumlah data latihan [8].

3. Perancangan Sistem

3.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem menjelaskan alur pembuatan program dan menjelaskan detail pada setiap tahapan. Pada perancangan sistem identifikasi dan klasifikasi kemurnian susu sapi dapat digambarkan tahapannya sebagai berikut : Akuisi, *Preprocessing*, Ekstraksi Ciri dan klasifikasi

3.2 Akuisisi

Akusisi merupakan tahap awal untuk mendapatkan citra latih dan citra uji yang didapatkan dari video tetesan bulir susu sapi, video yang diperoleh berbentuk .mov dengan ukuran resolusi 1280 x 720 piksel yang kemudian diedit menggunakan *adobe premiere* dilakukan *editing* untuk membuat video menampilkan jatuhnya tetesan bulir susu dari pipet ke permukaan saja. Setelah mendapatkan video tahapan selanjutnya adalah mengubah video ke beberapa bentuk *frame* agar dapat disusun sebagai citra digital yang berurutan. Setelah itu, diambil salah satu citra *frame* yang menampilkan tetesan susu secara utuh yang berbentuk RGB.

3.3 Preprocessing

Pada tahap ini citra awal 1280x720 piksel di *resize* dengan *coefresize* 0.5 menjadi 640x360 piksel, sehingga semua citra latih dan citra uji memiliki dengan ukuran yang sama, *resize* dilakukan karena semakin besar ukuran piksel maka waktu komputasi yang dibutuhkan tidak membutuhkan waktu yang lama, selanjutnya didapatkan citra *preprocessing*.

3.4 Ekstraksi Ciri Bentuk

Pada proses ekstraksi bentuk menggunakan metode Gabor Wavelet dengan menginisialisasi frekuensi spasial (u) dan orientasi (v) yang digunakan sehingga akan didapatkan gabor kernel di inginkan. Pada citra *preprocessing* tetesan bulir susu sapi dilakukan konversi dari RGB ke *grayscale*, setelah itu proses dilanjutkan dengan mengkonvolusi hasil filter gabor dengan citra tetesan bulir susu sapi, konvolusi ini dilakukan untuk mendapatkan fitur ciri citra yang telah difilter dengan gabor kernel sebanyak frekuensi dan orientasi kernel gabor yang digunakan.

3.5 Ekstraksi Ciri Warna

Pada ekstraksi ciri warna menggunakan tiap *layer* pada citra RGB yaitu *red layer*, *green layer* dan *blue layer* dari setiap layernya kemudian mengambil ciri statistik parameter orde 1. Ekstraksi ciri orde pertama merupakan metode pengambilan ciri yang didasarkan pada karakteristik histogram citra. ciri statistik parameter orde 1 yang digunakan untuk ekstraksi ciri warna yaitu *mean*, *skewness*, *variance*, *kurtosis*, dan *entropy*.

3.6 Klasifikasi

Proses klasifikasi menggunakan metode *support vector machine* dengan menentukan jenis kernel yang paling sesuai data hasil ekstraksi ciri dengan tujuan untuk memetakan data-data ke ruang dimensi baru selanjutnya memaksimalkan nilai margin yang merupakan jarak pemisah antar kelas data yang berguna untuk mencari *hyperlane* terbaik yang berfungsi sebagai pemisah kelas data dari proses inilah akan diketahui pembeda antar kelas yang akan membuat klasifikasi susu murni atau susu murni yang telah dicampur 30% air, 60% air dan 100% air.

3.7 Performansi Sistem

Dilakukan pengujian untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan sistem, pengujian dilakukan terhadap data latih dan data uji menggunakan software Matlab berdasarkan metode *Gabor wavelet* dan *Support vector machine* untuk mengevaluasi performansi sistem yang dibahas. Performansi sistem diukur berdasarkan parameter akurasi dan waktu komputasi.

4. Analisis dan Pengujian Sistem

4.1 Skenario Pengujian Sistem

Data yang digunakan dalam tugas akhir ini merupakan tetesan bulir susu sapi murni 100 ml dan susu murni 100 ml yang telah dicampur 30% air menjadi 130 ml, telah dicampur 60% air menjadi 160 ml dan 100% air menjadi 200 ml yang ditetaskan ke permukaan menggunakan pipet. Pengambilan video dilakukan didalam ruangan (*indoor*) dengan ukuran 40cm x 21cm x 28cm latar belakang, sisi kanan, sisi kiri menggunakan kertas karton hitam polos dengan diberikan pencahayaan yang cukup, menggunakan kamera canon 500d dengan alat bantu *tripod* dengan tinggi 91 cm jarak dari kamera ke objek (tetesan bulir susu sapi) sekitar 20 cm. Pengambilan video difokuskan pada tetesan susu sapi murni susu murni yang telah dicampur 30% air, 60% air dan 100% air yang ditetaskan menggunakan pipet ke permukaan, dengan jarak pipet ke permukaan memiliki tinggi sekitar 26cm setelah dilakukan pengambilan video tetesan bulir susu sapi, video yang didapatkan dilakukan proses editing, : format video yaitu .mov, durasi maksimal video 1 detik, *frame rate* video memiliki 30 FPS, ukuran video 1280x720 piksel

4.2 Hasil Pengujian Sistem

4.2.1 Hasil Pengujian Kecepatan

Pengujian kecepatan pada bulir susu tetesan susu sapi dilakukan dengan menjatuhkan tetesan susu murni dan susu murni yang telah dicampur 30, 60, 100% air dari pipet sampai ke permukaan pengujian ini dilihat dengan membandingkan waktu jatuhnya tetesan jatuh ke permukaan, susu murni memiliki kekentalan yang lebih banyak jika dibandingkan dengan susu murni yang telah dicampur air karena semakin banyak air yang dicampurkan ke susu murni maka akan semakin mengurangi kekentalannya dan jika kekentalannya berkurang maka dapat membuat jatuhnya tetesan susu murni semakin cepat oleh karena itu pada pengujian kecepatan ini dilihat dengan membandingkan jumlah *frame* dari video tetesan bulir susu murni dan susu murni yang telah dicampur 30, 60 dan 100% air, kekentalan susu murni akan membuat video memiliki lebih banyak *frame* dibandingkan susu murni yang telah dicampur 30%, 60% dan 100% air tetapi dari hasil pengujian yang didapatkan dengan menggunakan kamera canon 500d 30 *fps* mendapatkan jumlah *frame* yang sama untuk tetesan susu murni dan susu murni yang telah dicampur 30%, 60% dan 100% air. Sehingga pada identifikasi dan kemurnian susu sapi berdasarkan kecepatan tidak berpengaruh

4.2.2 Hasil Pengujian Bentuk Skenario

4.2.2.1 Hasil Pengujian Bentuk Skenario 1

Pengujian ini untuk mengetahui parameter frekuensi *gabor wavelet* pada kernel filter *gabor* yang digunakan untuk ekstraksi ciri. Berikut merupakan hasil pengujianya

Tabel 1. Hasil Pengujian Bentuk Skenario 1

Skala Frekuensi	Kelas Data Frame Tetesan ke 2	Akurasi Frame Tetesan ke 2 (%)	Waktu Komputasi Frame Tetesan ke 2 (s)	Kelas Data Frame Tetesan ke 3	Akurasi Frame Tetesan ke 3 (%)	Waktu Komputasi Frame Tetesan ke 3 (s)
3	100%	100%	2.5789 s	100%	100%	2.7980 s
	30%	60%	2.6365 s	30%	80%	2.5595 s
	60%	70%	2.6092 s	60%	90%	2.5439 s
	Murni	90%	2.7882 s	Murni	90%	2.5300 s
Rata – Rata Akurasi	80%			90%		
Rata-Rata Waktu Komputasi	2.6532 s			2.60785 s		
4	100%	100%	3.9509 s	100%	100 %	3.4007 s
	30%	60%	4.1554 s	30%	60 %	3.8241 s
	60%	70%	4.0897 s	60%	90%	3.6643 s
	Murni	90%	4.5814 s	Murni	90%	3.7813 s
Rata – Rata Akurasi	80%			85%		
Rata-Rata Waktu Komputasi	4.1943 s			3.6676 s		
5	100%	100%	4.5090 s	100%	100%	5.2532 s
	30%	50%	5.0118 s	30%	50%	4.3294 s
	60%	70%	4.5817 s	60%	80%	5.3181 s
	Murni	90%	4.9376 s	Murni	90%	4.2564 s
Rata – Rata Akurasi	77.5%			80%		
Rata-Rata Waktu Komputasi	4.7600 s			4.7892 s		

4.2.2.2 Hasil Pengujian Bentuk Skenario 2

Pengujian ini untuk mengetahui parameter orientasi *gabor wavelet* pada kernel filter gabor yang digunakan untuk ekstraksi ciri. Berikut merupakan hasil pengujiannya

Tabel 2. Hasil Pengujian Bentuk Skenario 2

Skala Orientasi	Kelas Data Frame Tetesan ke 2	Akurasi Frame Tetesan ke 2 (%)	Waktu Komputasi Frame Tetesan ke 2 (s)	Kelas Data Frame Tetesan ke 3	Akurasi Frame Tetesan ke 3 (%)	Waktu Komputasi Frame Tetesan ke 3 (s)
8	100%	100%	2.5789 s	100%	100%	2.5789 s
	30%	60%	2.6365 s	30%	60%	2.6365 s
	60%	70%	2.6092 s	60%	70%	2.6092 s
	Murni	90%	2.7882 s	Murni	90%	2.7882 s
Rata – Rata Akurasi	80%			90%		
Rata-Rata Waktu Komputasi	2.6532 s			2.60785 s		
7	100%	100%	2.2797 s	100%	100	2.3242
	30%	50%	2.3531 s	30%	70	2.4955
	60%	70%	2.3325 s	60%	90	2.2400
	Murni	90%	2.297 s	Murni	100	2.3287
Rata – Rata Akurasi	77.5%			90%		
Rata-Rata Waktu Komputasi	2.3155 s			2.3471 s		
6	100%	100%	2.6872 s	100%	100%	1.9741 s
	30%	50%	2.1203 s	30%	80%	2.0361 s
	60%	70%	2.1879 s	60%	90%	2.0191 s
	Murni	90%	1.9585 s	Murni	90%	2.1101 s
Rata – Rata Akurasi	77.5%			90%		
Rata-Rata Waktu Komputasi	2.2384 s			2.0348 s		
5	100%	100%	1.6572 s	100%	100	1.7224
	30%	50%	1.6406 s	30%	60	1.6124
	60%	70%	2.0793 s	60%	90	1.9048
	Murni	90%	1.5803 s	Murni	100	1.8962
Rata – Rata Akurasi	77.5%			87.5%		
Rata-Rata Waktu Komputasi	1.73935 s			1.7839 s		

4.2.2.3 Hasil Pengujian Bentuk Skenario 3

Pengujian ini untuk mengetahui *downsampling* (proses mengecilkan ukuran matriks baris dan kolom) pada parameter *gabor wavelet*. Berikut merupakan hasil pengujiannya

Tabel 3. Hasil Pengujian Bentuk Skenario 3

<i>Downsampling</i> Baris dan Kolom <i>Matrix</i>	Kelas Data Frame	Akurasi Frame	Waktu Komputasi Frame	Kelas Data Frame	Akurasi Frame	Waktu Komputasi Frame
---	------------------	---------------	-----------------------	------------------	---------------	-----------------------

	Tetesan ke 2	Tetesan ke 2 (%)	Tetesan ke 2 (s)	Tetesan ke 3	Tetesan ke 3 (%)	Tetesan ke 3 (s)
32x32	100%	100%	2.6179 s	100%	90%	2.4990
	30%	60%	2.5054 s	30%	50%	2.5445
	60%	70%	2.5843 s	60%	60%	2.5204
	Murni	40%	2.6691 s	Murni	90%	2.5443
Rata – Rata Akurasi	67.5%			72.5%		
Rata – Rata Waktu Komputasi	2.5941 s			2.5270 s		
16x16	100%	100%	2.5153 s	100%	100%	2.5683
	30%	60%	2.6899 s	30%	80%	2.555
	60%	70%	2.6714 s	60%	60%	2.6432
	Murni	70%	2.6748 s	Murni	100%	2.5930
Rata – Rata Akurasi	75%			85%		
Rata – Rata Waktu Komputasi	2.6378 s			2.5898s		
8x8	100%	100%	2.5789 s	100%	100%	2.7980 s
	30%	60%	2.6365 s	30%	60%	2.5595 s
	60%	70%	2.6092 s	60%	70%	2.5439 s
	Murni	90%	2.7882 s	Murni	40%	2.5300 s
Rata – Rata Akurasi	80%			90%		
Rata – Rata Waktu Komputasi	2.6532 s			2.60785 s		

5. Kesimpulan

1. Pada pengujian bentuk pada citra tetesan susu sapi menggunakan parameter perubahan jumlah orientasi yang semakin banyak variasi orientasi kernel *filter gabor* nya membuat kernel *filter gabor* mendapatkan lebih banyak ciri (*feature*) hal ini dilihat semakin banyak nilai orientasi dengan jumlah 8 maka semakin tinggi akurasinya mencapai 90% pada data *frame* tetesan ketiga dan ketika menggunakan data *frame* tetesan kedua juga memiliki akurasi yang semakin tinggi 80%
2. Pengujian pada perubahan ukuran *downsampling* yaitu mengecilkan ukuran matriks dengan mengambil poin poin penting dari matriks tersebut semakin kecil nilai *downsampling* maka semakin besar pula ukuran matriks yang dihasilkan, sehingga waktu komputasinya lebih lama tetapi tingkat keakurasian akan semakin tinggi hal ini dapat dilihat ketika menggunakan data *frame* tetesan ketiga saat pengujian *downsampling* 8x8 memiliki rata-rata akurasi 90% dengan rata-rata waktu komputasi 2.60785s, dibandingkan menggunakan *downsampling* 32x32 yang memiliki rata-rata akurasi 72.5% dengan rata-rata waktu komputasi 2.5270 s dan ketika menggunakan data *frame* tetesan kedua saat pengujian menggunakan *downsampling* 8x8 memiliki rata-rata akurasi 80% dengan rata – rata waktu komputasi 2.6532s dibandingkan menggunakan *downsampling* 32x32 yang memiliki rata-rata akurasi 67.5% dengan rata-rata waktu komputasi 2.5941 s
3. Pengujian pada klasifikasi dengan menggunakan SVM OAA dan OAO pada jenis *kernel linear* tidak dipengaruhi oleh nilai *kernel option*, hal ini dapat dilihat dengan memasukan nilai *kernel option* yang diujikan pada jenis kernel lainnya hasil akurasi pada *kernel linear* tetap.
4. Pengujian dengan menggunakan data latih dan data uji pada citra *frame* tetesan kedua dan ketiga pada kelas data 30% (susu murni yang telah ditambahkan 30% air) mengalami rata-rata kesalahan identifikasi dan klasifikasi paling banyak.
5. Pada pengujian skenario warna akurasi terbaik yaitu 60% dengan waktu komputasi 0.0523s saat dilakukan pengujian pada *layer blue* dengan menggunakan parameter orde 1 *standard deviasi* dan *skewness*
6. Pada pengujian kecepatan jatuhnya tetesan bulir susu sapi memiliki *frame* dengan jumlah *frame* yang sama pada tetesan bulir susu yang ditampilkan pada citra sehingga tidak dapat digunakan untuk melakukan identifikasi dan klasifikasi kemurnian susu sapi.

6. Saran

1. Identifikasi dan klasifikasi kemurnian susu sapi berdasarkan pemrosesan sinyal video selanjutnya menggunakan kamera yang memiliki *frame per second (fps)*, karena semakin tinggi *fps* yang dimiliki kamera mendapatkan *frame* yang lebih banyak dan akan didapatkan citra yang lebih baik untuk pengujian kecepatan
2. Menggunakan tahap *pre-processing* yang lainnya misalnya dengan dilakukan *cropping* terbaik pada citra, sehingga didapatkan citra data yang lebih baik sebelum dilakukan proses ekstraksi ciri
3. Pada proses ekstraksi ciri warna citra tetesan bulir susu sapi digunakan metode ekstraksi ciri warna lainnya misalnya dilakukan dengan menggunakan HSV atau YCbCR sehingga ciri yang didapat lebih baik
4. Mengimplementasikan menggunakan sistem operasi lainnya misalnya *android* sehingga dapat diintegrasikan ke perangkat *mobile*

Daftar Pustaka

- [1] <https://touch.facebook.com/notes/javaraya-milk-group/apa-itu-susu-pasteurisasi-dan-manfaat-susu-sapi-segar/103791979776087/>, diakses tanggal 16 September 2012.
- [2] Sumaporn Kasemsumran.;Warunee Thanapase.;Artaya Kiatsoonthon.; "Feasibility of Near-Infrared Spectroscopy to detect and to Quantify Adulterants in Cow milk", *IEEE Transactions on Analytical Sciences*, Publication Year:2007 ,Page(s):23(7),907-910++++--
- [3] U. B Trivedi.,D. Lakshminarayana., I. L. Kothari., N. G. Patel., H. N. Kapse., K. K. Makhija., P. B. Patel., C. J. Panchal.; "Potentiometric biosensor for urea determination in milk", *IEEE Transactions on Sensors and Actuators*,Publication Year:2009 ,Page(s):140,260-266
- [4] Sri Usmiati dan Abubakar, "Teknologi Penanganan dan Pengamanan Susu Segar dan Olahannya," dalam Seminar Nasional Hari Pangan Sedunia XXVII, Bogor, 2007
- [5] Kurniawan, Heru. (2013) *Desain Dan Implementasi Sistem Keamanan Berbasis Pemrosesan Video*. Bandung: Institut Teknologi Telkom.
- [6] Solomon, Chris. 2011. *Fundamentals of Digital Image Processing-A Practical Approach with Examples in Matlab*. USA: A John Wiley & Sons, INC.
- [7] Dwi, Astari Nurul.(2016).Implementasi Dan Analisis Metode *Gabor Wavelet* Dan Jaringan Saraf Tiruan Untuk Penegalan Wajah Berbasis Video.Bandung : Universitas Telkom
- [8] Shigeo Abe."Support Vector Machine for Pattern Classification". Springer.2015
- [9] Schihuan Du, Y.T., & Aleix, M,M (2014, February). *Compound facial epressions of emotion. Proceeding of the National Academy of Sciences*, 111 (15), E1454-E1462
- [10] James Sanger Ronen Feldman. 2007. *The Text Mining Handbook*, New York: Cambridge University Press.