

Pengenalan Ras Kucing *Scottish Fold* Menggunakan Metode *Histogram of Oriented Gradients* dan Jaringan Saraf Tiruan

Tugas Akhir

diajukan untuk memenuhi salah satu syarat

memperoleh gelar sarjana

dari Program Studi Informatika

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

1301154521

Sakinah Indriyani



Program Studi Sarjana Informatika

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung

2019

LEMBAR PENGESAHAN

Pengenalan Ras Kucing *Scottish Fold* Menggunakan Metode *Histogram of Oriented Gradients* dan Jaringan Saraf Tiruan

Scottish Fold Cat-Breed Recognition with Histogram of Oriented Gradients and Artificial Neural Network

NIM: 1301154521

Sakinah Indriyani

Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar pada Program Studi Sarjana Informatika

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung, 29 Juli 2019

Menyetujui

Pembimbing I



Febryanti Sthevanie, S.T., M.T.

NIP: 14880014

Pembimbing II



Kurniawan Nur Ramadhani, S.T., M.T.

NIP: 14880009

Ketua Program Studi

Sarjana Informatika,



Niken Dwi Wahyu Cahyani, S.T., M.Kom., Ph.D.

NIP: 00750052

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya, Sakinah Indriyani, menyatakan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul " **Pengenalan Ras Kucing *Scottish Fold* Menggunakan Metode *Histogram of Oriented Gradients* dan Jaringan Saraf Tiruan** " beserta dengan seluruh isinya adalah merupakan hasil karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Saya siap menanggung resiko/sanksi yang diberikan jika dikemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam buku TA atau jika ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya.

Bandung, 29 Juli 2019

Yang Menyatakan,


Sakinah Indriyani

Pengenalan Ras Kucing *Scottish Fold* Menggunakan Metode *Histogram of Oriented Gradients* dan Jaringan Saraf Tiruan

Sakinah Indriyani¹, Febryanti Sthevanie², Kurniawan Nur Ramadhani³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹sakinahindriyani@students.telkomuniversity.ac.id, ²sthevanie@telkomuniversity.ac.id,

³kurniawannr@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kucing merupakan salah satu hewan peliharaan yang cukup populer dikalangan manusia. Menurut *The Cat Fanciers Association* (CFA), terdapat 42 ras kucing di dunia. Dari 42 ras kucing tersebut, hanya terdapat 1% ras asli kucing dari jumlah keseluruhan populasi kucing di dunia, dikarenakan banyaknya perkawinan silang antar ras kucing. Setiap ras memiliki penanganan yang berbeda, salah satunya yaitu kucing *Scottish Fold* merupakan ras kucing yang dikenal rentan. Dengan metode pengolahan citra dan *machine learning*, dibangun sistem untuk mengenali ras kucing *Scottish Fold* dengan ekstraksi fitur HOG dan proses klasifikasi Jaringan Saraf Tiruan. Pengenalan ras kucing dibedakan menjadi pengenalan ras kucing *Scottish Fold* dan *Non-Scottish Fold*. Evaluasi dari model yang telah dibangun menghasilkan nilai akurasi sebesar 97,5% untuk telinga kucing, 96% untuk wajah kucing tanpa *background* dan 90,5% untuk wajah kucing dengan *background* menggunakan parameter HOG 8x8 *pixel per cells*, 1x1 *block per cells*, *bins* 9, dan parameter JST dengan jumlah *neuron* 50 pada 1 *hidden layer*.

Kata kunci : Kucing, Pengenalan Ras, Pengenalan Wajah, *Histogram of Oriented Gradients*, Jaringan Saraf Tiruan

Abstract

Cat is one of the pets that quite popular around humans. According to The Cat Fanciers Association (CFA), there are 42 cat breed in this world. From 42 cat breeds, there are only 1% pure-bred cat in this world, because of cross-breed between cats. Every cat-breed has different way to take care of. Scottish Fold is one of cat-breed that pretty vulnerable. With image processing and machine learning, a system to recognize Scottish Fold cat-breed using HOG for extraction feature and Artificial Neural Network for classification is built. Cat-breed recognition divided by two as Scottish Fold and Non-Scottish Fold. The accuracy of this system is 97,5% for cat's ears image, 96% for cat's face image without background, and 90,5% for cat's face image with background using HOG parameter 8x8 pixel per cells, 1x1 cells per block, 9 bins, and ANN parameter 50 neuron in 1 hidden layer.

Keywords: Cats, Race Recognition, Face Recognition, Histogram of Oriented Gradients, Artificial Neural Network

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Kucing merupakan salah satu hewan peliharaan yang cukup populer dikalangan manusia. Menurut *The Cat Fanciers Association* (CFA) [1], terdapat 42 ras kucing di dunia. Dari 42 ras kucing tersebut, populasinya di dunia hanya sebesar 1% dibandingkan dengan populasi kucing jenis *feral* (atau biasa disebut dengan kucing liar/domestik) [2] dikarenakan sudah banyaknya kawin silang antar ras kucing. Setiap ras kucing memiliki perbedaan pola hidup. Kucing dapat dibedakan rasnya dari postur, kekebalan tubuh, bentuk wajah, bentuk telinga, dan warna.

Dalam kasus kali ini dipilih ras kucing *Scottish Fold* yang memiliki ciri khas telinga berukuran kecil dan terlipat kedepan, membuatnya berbeda dengan ras kucing lainnya. Ras kucing *Scottish Fold* di dunia sudah banyak memiliki campuran dengan ras lain yang mengakibatkan masyarakat masih salah mengenali kucing dengan ras tersebut. Kesalahan dalam pengenalan ras kucing *Scottish Fold* berdampak pada kesalahan dalam perawatan dan penanganannya dikarenakan *Scottish Fold* merupakan salah satu kucing dengan tingkat kerentanan yang cukup tinggi sehingga membutuhkan penanganan yang tepat oleh pemilik kucing tersebut.



Gambar 1. Beberapa jenis ras kucing yang ada di dunia

Pengolahan citra diawali dengan ekstraksi fitur, dimana ekstraksi fitur berfokus menentukan pola utama dari citra, baik dari pola *Shape*, *Color* atau *Texture*. Salah satu metode ekstraksi fitur citra adalah *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) yang digunakan untuk pengenalan *shape* pada citra. Hasil HOG dapat merepresentasikan pola utama dari citra.

Penggunaan Jaringan Saraf Tiruan (JST) menurut *Patil et al.* [10] merupakan teknik pembelajaran mesin yang dapat diaplikasikan untuk analisis data seperti pengenalan pola, yang memiliki performansi yang sangat baik dikarenakan memiliki kemampuan untuk proses pembelajaran yang cepat.

Pada Tugas Akhir ini pemanfaatan *Histogram of Oriented Gradients* akan digunakan sebagai ekstraksi fitur terhadap citra wajah kucing dan hasil ekstraksi fitur tersebut akan dilakukan klasifikasi dengan Jaringan Saraf Tiruan yang akan menentukan apakah kucing tersebut merupakan ras kucing *Scottish Fold* atau *Non-Scottish Fold*.

Topik dan Batasannya

Banyaknya ras kucing dengan ciri yang berbeda mengakibatkan beberapa orang tidak dapat membedakan ras kucing tertentu, seperti contohnya tidak dapat membedakan kucing *Scottish Fold* dengan ras kucing lain sehingga berakibat kesalahan dalam perawatan kucing dengan ras tersebut.

Batasan masalah dari penelitian ini adalah

1. Citra kucing yang diolah merupakan citra bagian wajah kucing dan citra bagian telinga kucing.
2. Citra kucing yang diolah tidak membutuhkan background sehingga akan dilakukan penghapusan *background* yang dilakukan secara manual.
3. *Cropping* keseluruhan citra dilakukan secara manual.
4. Citra kucing yang digunakan adalah citra kucing yang menghadap kedepan.
5. Citra telinga kucing didapatkan dari hasil *cropping* manual dan di-*rotate* secara manual

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah membangun sistem pengenalan ras kucing *Scottish Fold* dan *Non-Scottish Fold* menggunakan metode *Histogram of Oriented Gradients* dan Jaringan Saraf Tiruan. Serta mengukur performansi sistem yang telah dibangun.

Organisasi Tulisan

Penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab yaitu:

1. Bab 1 (Pendahuluan)
Bab ini berisi tentang latar belakang, topik dan batasannya, tujuan, dan organisasi tulisan pada tugas akhir.
2. Bab 2 (Studi Terkait)
Bab ini berisi tentang penelitian-penelitian dan ilmu-ilmu yang terkait dengan tugas akhir.
3. Bab 3 (Sistem yang Dibangun)
Bab ini berisi tentang penjelasan sistem yang dibangun terhadap tugas akhir. Sistem yang akan dibangun meliputi bagaimana tahapan keseluruhan sistem.
4. Bab 4 (Evaluasi)
Bab ini berisi tentang evaluasi terhadap tugas akhir. Evaluasi meliputi bagaimana hasil pengujiannya dan analisis terhadap hasil pengujian tugas akhir.

5. Bab 5 (Kesimpulan)

Bab ini berisi tentang kesimpulan terhadap tugas akhir. Kesimpulan meliputi bagaimana kesimpulannya dan apa saja saran yang bisa diberikan terhadap tugas akhir atau penelitian selanjutnya yang terkait.

2. Studi Terkait

2.1 Penelitian Terkait

Dalal & Triggs [4] pada tahun 2005 melakukan penelitian terhadap deteksi manusia menggunakan *Histogram of Oriented Gradients*. Hasil penelitiannya menyebutkan menaikkan nilai bin sampai 9 dengan range sudut 0-180, meningkatkan akurasi klasifikasi. Dengan menggunakan data gambar berukuran 64 x 128 pixel dan classifier SVM, menghasilkan akurasi 89%.

Zhang et al. [13] pada tahun 2008 melakukan penelitian terhadap deteksi kepala kucing. Menggabungkan ekstraksi fitur *shape* dengan metode HOG dan fitur tekstur dengan metode Haar, untuk klasifikasi citra hewan kucing dan hewan yang mirip kucing. Ekstraksi fitur menggunakan 5 bagian telinga untuk HOG, dan bagian hidung sampai mata untuk Haar. Dengan menggunakan classifier SVM, nilai *precision* yang diperoleh yaitu 63,2%.

Vardhan et al. [12] pada tahun 2017 melakukan penelitian terhadap pengenalan daun menggunakan *Histogram of Oriented Gradients* dan Jaringan Saraf Tiruan. Dataset daun yang digunakan adalah dari *flavia datasheet* yang terdiri dari 8 kelas. Meneliti penggunaan classifier JST untuk mengidentifikasi masing-masing kelas daun. Dengan ratio 75/15/15 dari jumlah data 400 gambar, diperoleh hasil akurasi sebesar 98,5%.

Mariani, [8] pada tahun 2016 melakukan penelitian dalam pengembangan aplikasi pendeteksi ras kucing berbasis android menggunakan *Viola-Jones* dan LBPH. Dataset ras kucing yang digunakan adalah *Persian*, *Exotic*, *Angora*, *Himalayan*, dan kucing. Peneliti mendapatkan hasil rata-rata klasifikasi 46% untuk pengenalan menggunakan *Viola-Jones* dan 75% untuk LBPH. Hasil pendeteksian paling maksimal adalah jika dilakukan pada daerah bercahaya terang.

2.2 Kucing

Kucing (*Felis silvestris catus*) adalah senejis mamalia karnivora dari keluarga Felidae. Kata "kucing" ini merujuk kepada jenis "kucing" yang telah dijinakkan, dikarenakan terdapat juga "kucing besar" yang merujuk pada singa dan harimau.

Kucing telah berbaur dengan kehidupan manusia sudah sejak lama. Saat ini, kucing merupakan salah satu hewan peliharaan terpopuler di dunia. Jumlah kucing dalam bentuk *pure breed* atau ras asli hanyalah 1% dari seluruh kucing di dunia, dikarenakan sisanya adalah kucing dengan keturunan campuran dengan ras lain.

Scottish Fold merupakan salah satu ras kucing yang memiliki karakteristik telinga terlipat kedepan. Karakteristik kucing tersebut dikarenakan mutasi gen dominan dari kucing [2]. Bentuk telinga kucing *Scottish Fold* dapat berbeda-beda untuk setiap kucing, dikarenakan pada umumnya telinga kucing tersebut baru terlipat kedepan 3 minggu setelah kucing *Scottish Fold* lahir berdasarkan gen dari induknya [5].

2.3 Pengolahan Citra

Pengolahan Citra adalah metode untuk mengolah piksel-piksel dalam citra digital untuk kebutuhan tertentu. Pengolahan citra merupakan disiplin ilmu dalam bidang informatika yang pada prosesnya mengolah citra menggunakan komputer untuk menjadikan citra dengan kualitas yang lebih baik [9]. Proses pengolahan citra banyak melibatkan persepsi visual, dan mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra [11].

2.4 Histogram of Oriented Gradient

Histogram of Oriented Gradient (HOG) merupakan salah satu algoritma fitur ekstraksi yang digunakan untuk mendeteksi suatu objek [4]. Prinsip kerja HOG adalah menghitung nilai dan arah pada suatu citra agar terlihat distribusi gradien yang akan digunakan sebagai fiturnya.

Proses awal untuk membangun HOG adalah menghitung nilai gradien horizontal dan vertikal. Sebelum menghitung nilai gradien, citra diubah menjadi citra *grayscale* agar tidak memperhatikan intensitas yang berbeda dari 3 channel warna (RGB). Nilai tersebut didapatkan dengan konvolusi citra dengan filter sebagai berikut:

$$I_x = I * \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

$$I_y = I * \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T \quad (2..2)$$

Dimana:

I : citra *graylevel*

I_x : matriks terhadap sumbu- x

I_y : matriks terhadap sumbu- y

Kemudian dari nilai gradien tersebut, akan dikalkulasikan *magnitude* (besar gradien) menggunakan rumus (2.3) dan *direction* (orientasi gradien) menggunakan rumus (2.4) sebagai berikut:

$$|I| = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} \quad (2..3)$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{I_x}{I_y}\right) \quad (2..4)$$

Dimana:

$|I|$: *magnitude* gradien citra

θ : *direction* gradien citra

Setelah didapatkan *magnitude* dan *direction* tersebut, akan dilakukan pembagian *histogram* setiap *cells* dalam *bin* dalam rentang 0° - 180° yang sudah ditentukan. Pembagian *histogram* dilakukan dengan cara *voting* dari hasil nilai *magnitude* dan *orientation* nya. Misalnya akan dibangun *histogram* dengan nilai *bin* 9, maka pembagian *histogram*-nya dalam rentang (0° - 20° , 20° - 40° , 40° - 60° , 60° - 80° , 80° - 100° , 100° - 120° , 120° - 140° , 140° - 160° , dan 160° - 180°).

Setelah didapatkan hasil *histogram*nya, akan dilakukan penggabungan *histogram* dari setiap *cells* dalam satu *block*. Kemudian hasil penggabungan tersebut akan dinormalisasikan dengan rumus sebagai berikut:

$$b' = \frac{b}{\sqrt{\|b\|^2 + e}} \quad (2..5)$$

Dimana:

b : nilai fitur blok

e : bilangan positif yang bernilai kecil untuk mencegah pembagian dengan 0.

Setelah didapatkan nilai normalisasi setiap blok, nilai tersebut akan digabungkan menjadi satu fitur HOG. Setiap blok yang saling bertetangga dapat dijumlahkan dalam berbagai cara (*overlapping*) sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa akan ada cell yang muncul pada blok yang berbeda.

2.5 Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*) merupakan model matematik yang berupa sekumpulan unit yang terhubung secara paralel yang menyerupai jaringan saraf pada otak manusia [6]. Secara analogi, unit tersebut disebut "*neuron*". Struktur pada neuron terdiri dari fungsi penjumlah, fungsi aktivasi, dan *output*.

Secara matematis, cara kerja dari neuron tersebut dirumuskan dalam langkah berikut:

Pertama, hitung nilai penjumlahan seluruh input yang masuk menggunakan rumus pada (2.6).

$$V = \sum_i w_i x_i + b \quad (2..6)$$

Dimana:

w : bobot

i : input

b : bias

Setelah didapat hasil penjumlahan input, lakukan kalkulasi hasil akhir menggunakan salah satu jenis fungsi aktivasi yaitu fungsi aktivasi *sigmoid* (F) menggunakan rumus pada (2.8),

$$F(V) = \frac{1}{1 + e^{-V}} \quad (2..7)$$

Fungsi aktivasi pada JST yang dapat digunakan selain *sigmoid* adalah *TanH*, *Rectified Linear Unit*, Identitas, *Max Out*, dan lainnya yang berfungsi untuk mengaktifkan neuron dan menentukan hasil *output* suatu *neuron* agar lebih maksimal.

Salah satu arsitektur JST adalah *Multi-Layer Perceptron* (MLP) yang terdiri dari beberapa lapis *neuron*.

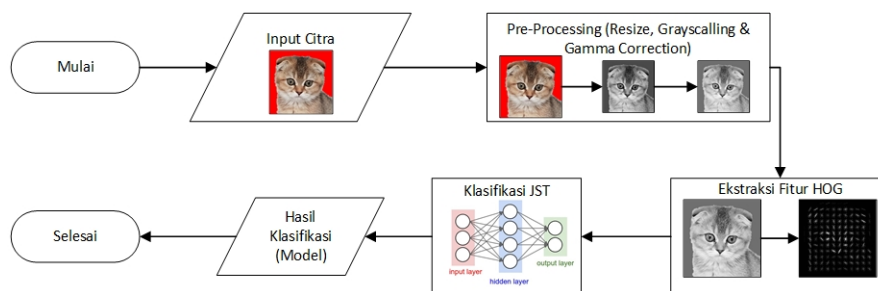
Proses yang terjadi dalam MLP menggunakan algoritma pembelajaran *backpropagation* yang terbagi dalam dua yaitu *feed forward* dan *backpropagation*. Proses *feedforward* merupakan proses yang terdiri dari pengaliran *input* dan bobot yang dilanjutkan dengan fungsi aktivasi mulai dari layer pertama (*input layer*) hingga layer terakhir (*output layer*), yang kemudian dihitung nilai *error*-nya. Setelah didapatkan nilai *error*-nya, dilakukan proses *backpropagation* untuk menurunkan *error*.

Backpropagation merupakan proses mempropagasikan total *error* secara mundur melalui layer-layer di dalam Jaringan, menghitung gradien dari setiap bobot untuk diakumulasikan sebagai *error* setiap layer, kemudian mengoptimalkan bobot, dan akhirnya meminimalkan kesalahan total dari JST. Satu proses *feed-forward* dan *backpropagation* ini disebut sebagai *epoch* atau iterasi. Semakin besar *epoch* yang dilakukan, semakin baik JST dapat belajar untuk meminimalkan nilai *error*.

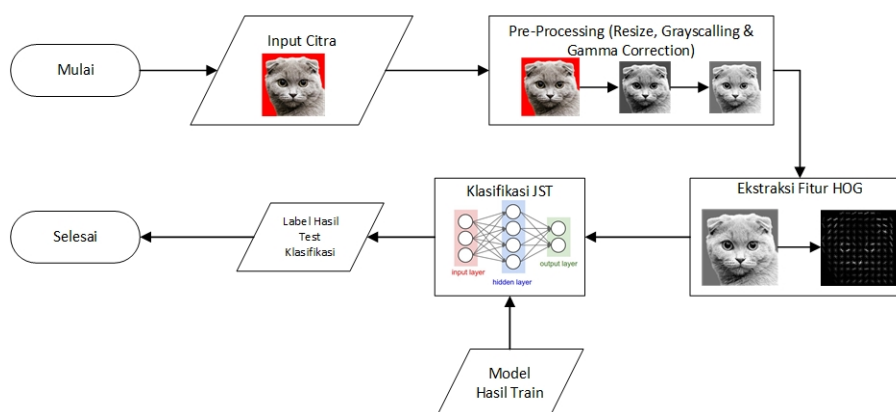
3. Sistem yang Dibangun

Sistem yang dibangun yaitu sistem yang dapat mengidentifikasi ras kucing berdasarkan dua jenis citra, yaitu citra wajah kucing dan citra telinga kucing. Sistem ini menggunakan ekstraksi fitur HOG (*Histogram of Oriented Gradient*) dan klasifikasi dengan Jaringan Saraf Tiruan (JST).

Proses secara umum yang dilakukan adalah melakukan input citra training yang kemudian dilakukan *preprocessing*. Hasil dari *preprocessing* tersebut akan dilakukan ekstraksi fitur menggunakan HOG. Hasil ekstraksi fitur tersebut akan dilakukan klasifikasi menggunakan JST. Hasil dari klasifikasi tersebut akan menghasilkan akurasi *training* dan akan menyimpan data model yang akan digunakan untuk proses *testing*. Selanjutnya akan melakukan input citra testing yang akan dilakukan *preprocessing* dan hasilnya diekstraksi fitur menggunakan HOG. Hasil tersebut diklasifikasikan menggunakan model *training* JST yang akan menghasilkan akurasi *testing*. Flowchart dari proses ini ditunjukkan pada gambar 2 untuk *training* dan gambar 3 untuk *testing*.

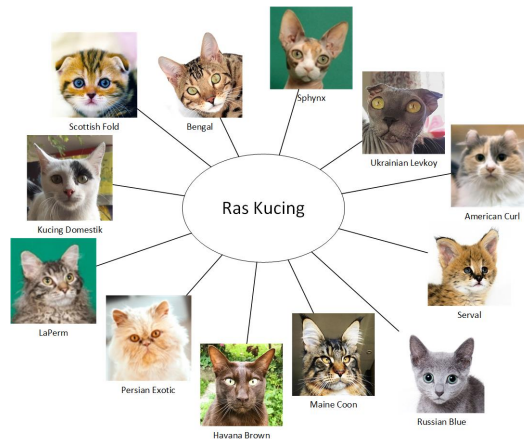


Gambar 2. Gambaran umum proses training sistem pengenalan ras kucing yang akan dibangun



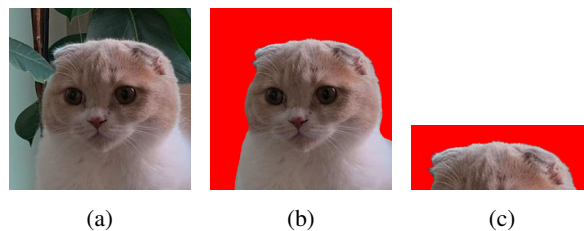
Gambar 3. Gambaran umum proses testing sistem pengenalan ras kucing yang akan dibangun

Dataset kucing yang digunakan tersusun dari Oxford-IIIT Pet Dataset [3], gambar dari Google Images, website 500px, platform social media Instagram dan gambar yang diambil sendiri pada setiap jenis kucing terdiri dari 300 citra. Inputan pada sistem menggunakan 600 citra dari 2 kelas kucing, yaitu *Scottish Fold* dan *Non-Scottish Fold*. Rincian ras kucing yang digunakan untuk dataset terdapat pada gambar 4



Gambar 4. Ras Kucing *Scottish Fold* dan *Non-Scottish Fold* yang digunakan sebagai dataset

3.1 Input Citra

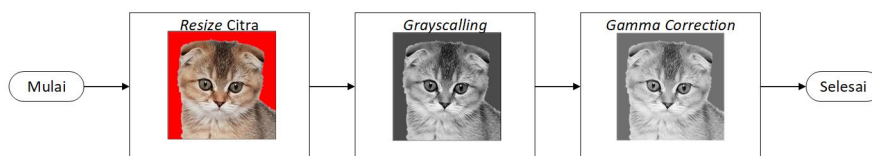


Gambar 5. Inputan citra yang digunakan, (a) Wajah kucing dengan *background*, (b) Wajah kucing tanpa *background*, (c) Telinga kucing tanpa *background*

Tahap awal, citra dipilah dan dilakukan *cropping* pada wajah saja, dikarenakan dataset mengandung bagian tubuh dan *background* yang berlebihan. Melalui tahap ini kemudian citra di-*resize* supaya setiap gambar memiliki ukuran yang sama. Untuk citra kucing yang membutuhkan telinga saja, akan dilakukan *cropping* citra terhadap bagian tersebut. Untuk citra telinga kucing, dilakukan *rotate* secara manual agar teridentifikasi dengan baik.

3.2 Pre-Processing

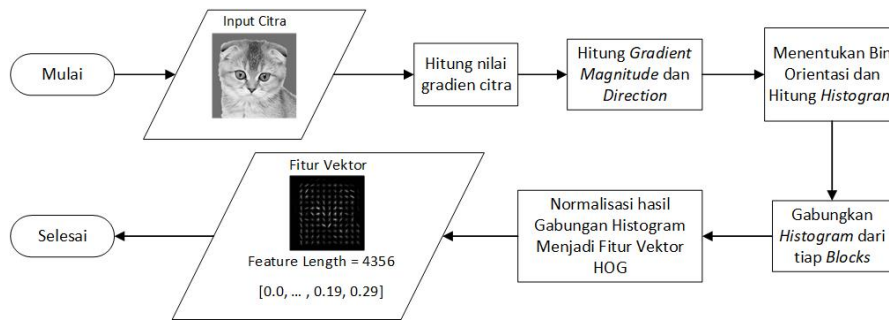
Tahap ini akan melakukan *resizing* pada citra. Kemudian dilakukan proses *grayscale* pada citra inputan. Citra akan ditingkatkan kecerahannya dengan menggunakan *gamma correction* sebesar 1.5. *Gamma correction* digunakan untuk meningkatkan kontras dari citra.



Gambar 6. Preprocessing sistem pengenalan ras kucing

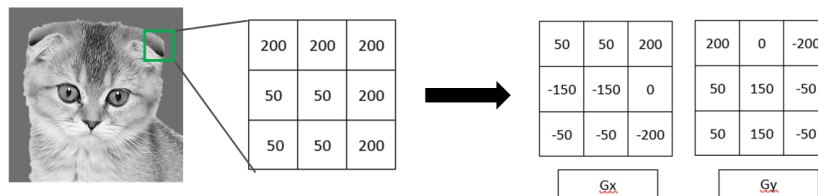
3.3 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur menggunakan metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG). Citra yang digunakan adalah citra wajah kucing dan citra telinga kucing. Parameter yang digunakan pada fitur ekstraksi adalah 5x5, 8x8, 10x10, dan 16x16 untuk *pixel per cells*, 1x1 dan 2x2 untuk *cells per blocks* dengan jumlah *bins* 9 dalam sudut 180°.

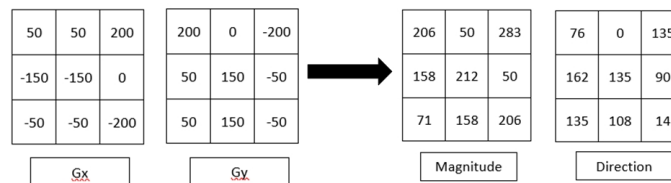


Gambar 7. Ekstraksi Fitur dengan *Histogram of Oriented Gradients* sistem pengenalan ras kucing

Untuk setiap *cells* akan dihitung nilai gradien citra horizontal dan vertikal menggunakan rumus pada (2.1) dan (2.2). Contoh hasil perhitungan gradien citra terdapat pada gambar 8. Kemudian dari hasil nilai gradien citra tersebut, dihitung nilai *magnitude* dan *direction* menggunakan rumus pada (2.3) dan (2.4). Contoh hasil perhitungan nilai *magnitude* dan *direction* terdapat pada gambar 9.

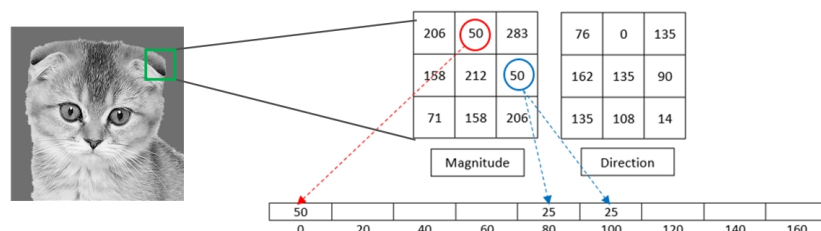


Gambar 8. Hasil perhitungan nilai gradien citra horizontal (G_x) dan vertika (G_y)



Gambar 9. Hasil perhitungan nilai *magnitude* dan *direction*

Setelah didapatkan *magnitude* dan *direction* tersebut, akan dilakukan pembagian *histogram* setiap *cells* dalam *bin* dalam rentang 0° - 180° yang sudah ditentukan. Pembagian *histogram* dilakukan dengan cara *voting* dari hasil nilai *magnitude* dan *direction*-nya. Dalam sistem ini, *bins* yang digunakan adalah 9. Contoh pembagian histogramnya terdapat pada gambar 10.

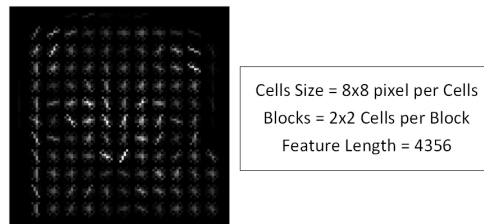


Gambar 10. Voting nilai *magnitude* pada *direction*

Jika *voting* nilai *magnitude* berada diantara dua *direction*, contoh pembagiannya dirumuskan seperti berikut.

- Jika $\theta = 90$
- Jarak dengan *bin* 80 dan 100 masing-masing bernilai 10
- Maka rasio pembagian antara keduanya adalah $\frac{10}{20}$ yang akan dikalikan dengan nilai *magnitude* 25

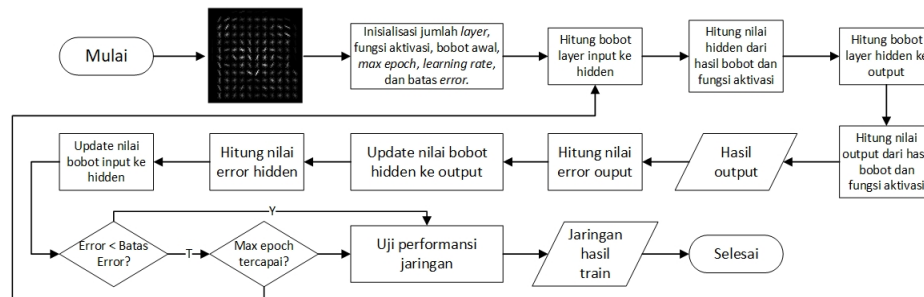
Setelah didapatkan hasil *histogram*-nya, akan dilakukan penggabungan *histogram* dari setiap *blocks*. Kemudian hasil penggabungan tersebut akan dinormalisasikan dengan rumus pada (2.5). Lalu akan didapatkan hasil berupa nilai vektor fitur *Histogram of Oriented Gradients*.



Gambar 11. Contoh visualisasi hasil fitur vektor HOG

3.4 Klasifikasi

Klasifikasi menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan. Hasil fitur yang didapat dari hasil ekstraksi fitur HOG akan menjadi nilai input. *Hidden Layer* yang digunakan adalah 1 *layer* yang terdiri dari 5 *nodes* dan 100 *nodes*. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi *sigmoid*.



Gambar 12. Klasifikasi hasil fitur dengan Jaringan Saraf Tiruan untuk pengenalan ras kucing

Proses pembelajaran klasifikasi pada gambar 12 diawali tahap *feed-forward* dengan melakukan penghitungan nilai bobot dan hasil fungsi aktivasi di setiap *layer*. Nilai pada *output layer* kemudian dihitung tingkat *error*. Setelah proses *feed-forward*, dilakukan *backpropagation* untuk meninjau pola terbaik dan menentukan bobot untuk *epoch* selanjutnya. Hasil dari proses pembelajaran menghasilkan model *neural network* yang akan digunakan untuk proses pengujian.

4. Evaluasi

4.1 Hasil Pengujian

Berdasarkan rancangan sistem di bab 3, distem dibangun dengan bahasa pemrograman Python. Dataset yang digunakan adalah 600 citra data train yang dibagi menjadi 300 data train untuk kucing *Scottish Fold* dan 300 data train untuk kucing *Non-Scottish Fold*, dan 400 citra data test yang dibagi menjadi 200 data test untuk kucing *Scottish Fold* dan 200 data test untuk kucing *Non-Scottish Fold*. Pengujian citra juga dibagi 2 jenis yaitu citra telinga kucing tanpa *background* dan citra wajah kucing tanpa *background*.

Pengujian yang pertama adalah pengujian sistem terhadap ekstraksi fitur HOG. Pengujian ini menggunakan skenario *k-fold cross validation* dengan nilai $k = 5$, yang data latih akan dibagi menjadi 5 bagian untuk digunakan sebagai data uji untuk validasi. Citra yang digunakan adalah citra telinga kucing, citra wajah kucing tanpa *background* dan citra wajah kucing dengan *background*. Parameter klasifikasi yang digunakan adalah 1 *hidden layer* dengan 20 *neuron*, fungsi aktivasi *sigmoid*, *learning rate* 0.01, *epoch max* 1000, dan *random state* 1. Parameter yang akan diuji untuk HOG ini adalah jumlah *pixels-per-cells* dan *cells-per-block*. Parameter tersebut berdampak pada perbedaan hasil jumlah fitur. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil akurasi parameter HOG pada pengenalan kucing berdasarkan citra telinga kucing, wajah kucing tanpa *background* dan dengan *background* untuk mengenali kucing *Scottish Fold*

No	Jenis Citra	Pixel per Cells	Cells per Blocks	Training	Testing	Reached Epoch	Runtime
1	Telinga	5x5	1x1	97,17%	96,25%	198	195 s
2		5x5	2x2	97,17%	96,75%	215	157 s
3		8x8	1x1	97,83%	97,00%	240	67 s
4		8x8	2x2	97,17%	96,50%	291	83 s
5		10x10	1x1	97,50%	96,75%	272	58 s
6		10x10	2x2	97,00%	96,25%	249	65 s
7		16x16	1x1	96,00%	96,50%	452	43 s
8		16x16	2x2	96,83%	96,25%	421	65 s
9	Wajah tanpa <i>Background</i>	5x5	1x1	94,00%	93,25%	201	355 s
10		5x5	2x2	96,00%	94,25%	205	520 s
11		8x8	1x1	95,83%	95,25%	220	304 s
12		8x8	2x2	95,83%	93,75%	196	326 s
13		10x10	1x1	95,50%	94,75%	251	160 s
14		10x10	2x2	95,50%	94,50%	215	200 s
15		16x16	1x1	95,67%	94,25%	345	121 s
16		16x16	2x2	96,00%	95,25%	388	129 s
17	Wajah dengan <i>Background</i>	5x5	1x1	89,67%	0,8825	204	397 s
18		5x5	2x2	90,83%	90,00%	209	342 s
19		8x8	1x1	90,33%	90,25%	235	110 s
20		8x8	2x2	90,17%	91,00%	205	135 s
21		10x10	1x1	89,83%	89,00%	277	90 s
22		10x10	2x2	89,67%	90,00%	223	107 s
23		16x16	1x1	88,67%	88,25%	492	69 s
24		16x16	2x2	88,17%	91,50%	431	76 s

Pengujian kedua adalah pengujian sistem terhadap *Hidden Layer* pada klasifikasi JST. Pengujian ini menggunakan skenario *k-fold cross validation* dengan nilai $k = 5$, dengan citra yang digunakan adalah citra telinga kucing, citra wajah kucing tanpa *background* dan citra wajah kucing dengan *background*. Parameter ekstraksi fitur yang digunakan adalah *pixel per cells* 8x8 dan *cells per block* 1x1 dikarenakan merupakan model HOG terbaik dari hasil pada tabel 1. Parameter yang digunakan adalah fungsi aktivasi *sigmoid*, *learning rate* 0,01, *epoch max* 1000, dan *random state* 1. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil akurasi parameter JST pada pengenalan kucing berdasarkan citra telinga kucing, wajah kucing tanpa *background* dan dengan *background* untuk mengenali kucing *Scottish Fold*

No.	Jenis Citra	Hidden Layer	Training	Testing	Reached Epoch	Runtime
1	Telinga	10	98,00%	96,50%	371	53 s
2		20	97,83%	97,00%	240	48 s
3		30	97,83%	97,25%	187	51 s
4		40	97,83%	97,25%	175	48 s
5		50	97,83%	97,50%	164	48 s
6		60	98,00%	97,25%	140	49 s
7		70	98,00%	97,00%	129	48 s
8		80	98,00%	97,00%	135	56 s
9		90	98,00%	97,25%	129	52 s
10		100	97,83%	97,25%	117	59 s
11		200	97,83%	97,00%	102	57 s
12		500	98,00%	97,00%	85	88 s
13		1000	98,00%	97,00%	98	157 s
14	Wajah Tanpa <i>Background</i>	10	95,83%	95,25%	326	107 s
15		20	95,83%	95,25%	220	101 s
16		30	95,83%	94,75%	165	101 s
17		40	96,00%	94,50%	147	104 s

18		50	96,17%	95,50%	144	104 s
19		60	96,00%	95,00%	123	107 s
20		70	96,00%	94,75%	117	107 s
21		80	95,83%	95,00%	114	109 s
22		90	96,00%	94,50%	107	111 s
23		100	96,00%	95,50%	103	111 s
24		200	95,83%	95,50%	88	138 s
25		500	96,00%	95,75%	100	226 s
26		1000	96,50%	96,00%	121	376 s
27	Wajah dengan <i>Background</i>	10	90,17%	90,25%	340	112 s
28		20	90,33%	90,25%	235	108 s
29		30	90,33%	90,25%	188	110 s
30		40	90,33%	90,00%	168	157 s
31		50	90,50%	90,25%	171	151 s
32		60	90,00%	90,50%	143	152 s
33		70	90,33%	90,50%	136	154 s
34		80	90,00%	90,00%	134	156 s
35		90	90,83%	90,25%	126	157 s
36		100	90,33%	90,50%	123	158 s
37		200	90,17%	90,50%	109	198 s
38		500	89,83%	90,25%	123	314 s
39		1000	89,83%	90,25%	156	560 s

4.2 Analisis Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian pertama dengan *hyperparameter* HOG disetiap prosesnya, dapat diketahui tingkat akurasi terbaik dihasilkan dengan citra telinga kucing sebesar 97%, citra wajah kucing tanpa *background* sebesar 95,25% dan citra wajah kucing dengan *background* sebesar 90,25%. Hasil ini diperoleh dengan parameter *pixel per cells* 8x8 dan *cells per block* 1x1. Untuk parameter JST yang digunakan adalah *hidden layer* 20, *learning rate* konstan 0,01, dan fungsi aktivasi sigmoid.

Dari hasil pengujian kedua dengan *hyperparameter hidden layer* JST disetiap prosesnya, dapat diketahui tingkat akurasi terbaik dihasilkan dengan citra telinga kucing sebesar 97,5%, citra wajah kucing tanpa *background* sebesar 96%, dan citra wajah kucing dengan *background* sebesar 90,25%. Hasil ini diperoleh dengan parameter *hidden layer* 50 untuk citra telinga kucing, 1000 untuk citra wajah kucing tanpa *background* dan 90 untuk citra wajah kucing dengan *background*. Untuk parameter HOG menggunakan hasil terbaik dari pengujian pertama.

Semakin besar *hidden layer*, waktu komputasi akan semakin tinggi, namun tingkat akurasi tidak selalu meningkat. Dibuktikan dengan citra telinga kucing yang meraih akurasi tertingginya pada 50 *hidden layer*, yang mana merupakan titik optimal dari pengujian ini. Untuk citra wajah kucing tanpa *background* yang meraih akurasi tertingginya pada 1000 *hidden layer* bukan merupakan tingkat optimal dikarenakan waktu komputasi yang tinggi, dapat diperhatikan bahwa nilai paling optimal berada pada 50 *hidden layer*. Untuk citra wajah kucing dengan *background* meraih akurasi tertingginya pada 70 *hidden layer* merupakan titik optimal dari pengujian ini.

Banyaknya jumlah *hidden layer* dapat menyebabkan *overfit* pada model JST, yang berdampak tidak selalu data baru dapat dikenali, sehingga jumlah *neuron* pada *hidden layer* yang besar tidak selalu optimal. Dapat dilihat dari berbagai kategori citra, akurasi terbaik didapatkan dari jumlah layer yang berbeda-beda. Dengan tingkat akurasi demikian menunjukkan bahwa sistem secara keseluruhan dapat mengenali ras kucing *Scottish Fold* dan *Non-Scottish Fold*. Dari ketiga jenis citra, ditunjukkan bahwa citra telinga kucing memiliki performansi yang paling baik dalam mengenali ras kucing *Scottish Fold* dan *Non-Scottish Fold*.

5. Kesimpulan

Pixel per cell yang besar pada ekstraksi fitur HOG mengakibatkan jumlah fitur semakin kecil namun penggunaan nilai besar akan semakin memperburuk akurasi. Pada pengujian, penggunaan *cells per block* 1x1 memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan 2x2 dengan *overlay* 50%. Penggunaan banyak *hidden layer* tidak selalu berdampak meningkatkan hasil akurasi dikarenakan jumlah *hidden layer* yang terlalu banyak dapat menyebabkan *overfit* pada klasifikasi JST yang menyebabkan ketidakmampuannya sistem mengenali data yang belum pernah dikenali. Dari beberapa hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem mampu

mengenali ras kucing *Scottish Fold* dengan akurasi 97,50% untuk telinga kucing, 96% untuk wajah kucing tanpa *background*, dan 90,50% untuk wajah kucing dengan *background*.

Daftar Pustaka

- [1] Cfa breeds. <http://www.cfa.org/breeds.aspx>, .
- [2] About the scottish fold. <http://cfa.org/breeds/breedssthrut/scottishfold.aspx>, .
- [3] The oxford-iiit pet dataset. <https://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/data/pets/>.
- [4] N. Dalal and B. Triggs. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection. *Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05)*, 2005. ISSN 0217-2445. doi: 10.1109/CVPR.2005.177.
- [5] K. Dennis-Bryan. *The Complete Cat Breed Book*. DK Publishing, New York, 1st edition, 2013. ISBN 9781465408518.
- [6] A. D. Dongare, R. R. Kharde, and A. D. Kachare. Introduction to Artificial Neural Network. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 2(1):189–194, 2012. ISSN 2277-3754. URL <https://pdfs.semanticscholar.org/04d0/b6952a4f0c7203577afc9476c2fcab2cba06.pdf>.
- [7] C. A. Driscoll, J. Clutton-Brock, A. C. Kitchener, and S. J. O'Brien. The Evolution of House Cats: Scientific American. (August), 2009. URL http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=the-taming-of-the-cat-&sc=DD_{_}20090610.
- [8] L. Mariani. APLIKASI PENDETEKSIAN RAS KUCING DENGAN MENDETEKSI WAJAH KUCING DENGAN METODE VIOLA JONES BERBASIS ANDROID. *JBPTUNIKOMPP*, 2016.
- [9] R. Munir. Bab 1 Pengantar Pengolahan Citra. pages 1–10. URL <http://informatika.stei.itb.ac.id/{~}rinaldi.munir/Buku/PengolahanCitraDigital/>.
- [10] A. A. Patil and L. Maka. User Recognition Based on Face using Local Binary Pattern (LBP) with Artificial Neural Network (ANN). 2(5):3–6, 2015.
- [11] W. Sipayung. Perancangan Citra Watermarking Pada Citra Digital Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform (Dct). *Pelita Informatika Budi Darma*, 7(3):104–107, 2014.
- [12] J. V. Vardhan. Plant Recognition using Hog and Artificial Neural Network. (May):746–750, 2017.
- [13] W. Zhang, J. Sun, and X. Tang. Cat Head Detection - How to Effectively Exploit Shape. pages 802–816, 2008.

Lampiran