

# 525-998-1-PB

*by --*

---

**Submission date:** 13-Jan-2022 02:22PM (UTC+1100)

**Submission ID:** 1739068338

**File name:** 525-998-1-PB.pdf (744.36K)

**Word count:** 6260

**Character count:** 34883

## Identifikasi Jejak Macan dan Anjing Menggunakan Momen Invarian dan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation

Muhammad Zakariyah<sup>1</sup>, Arief Hermawan<sup>2</sup>  
Universitas Teknologi Yogyakarta<sup>1,2</sup>

[muhammad.zakariyah@staff.uty.ac.id](mailto:muhammad.zakariyah@staff.uty.ac.id)<sup>1</sup>, [ariefdb@uty.ac.id](mailto:ariefdb@uty.ac.id)<sup>2</sup>

**Abstrak** – Identifikasi binatang berfungsi untuk mengetahui keberadaan dan status populasinya. Proses identifikasi dapat dilakukan melalui jejak kaki yang ditinggalkan. Beberapa jenis binatang memiliki kemiripan pola jejak kaki, sehingga cukup sulit untuk membedakannya. Jejak kaki macan dan anjing memiliki kemiripan yang bagi masyarakat awam akan kesulitan untuk membedakan kedua jenis binatang tersebut. Terlebih lagi macan merupakan jenis binatang buas yang membahayakan bagi masyarakat, terutama masyarakat yang tinggal di daerah hutan. Untuk membedakan kedua jenis binatang tersebut, dilakukan dengan mengenali pola jejak kaki yang ditinggalkan di tanah, pasir, dan lumpur. Data yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 34 gambar, dengan masing-masing 17 gambar untuk jejak macan dan anjing. Pengenalan pola/fitur jejak kaki macan dan anjing memanfaatkan momen invarian dan jaringan saraf tiruan *backpropagation*. Momen invarian digunakan untuk mengekstraksi fitur yang dimiliki oleh gambar jejak kaki macan dan anjing, sedangkan *backpropagation* digunakan untuk mengklasifikasikan jenis jejak tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstraksi fitur dengan menggunakan momen invarian bernilai tetap terhadap perubahan posisi dan penskalaan. Metode *backpropagation* yang digunakan untuk identifikasi jejak macan dan anjing, memberikan persentase pengenalan sebesar 100% terhadap 10 data yang dilatihkan, dan mencapai 54,17% terhadap 24 data non-latih (data uji). Hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengidentifikasi macan dan anjing berdasarkan jejak kaki yang ditinggalkan.

**Kata kunci:** Jejak Kaki; Macan; Anjing; Momen Invarian; Backpropagation

**Abstract** - Animal identification serves to determine the existence and status of the population. The identification process can be done through the footprints left behind. Some types of animals have a similar pattern of footprints, so it is quite difficult to tell them apart. The footprints of a tiger and a dog have similarities which for the general public will find it difficult to distinguish between the two types of animals. Moreover, the tiger is a type of wild animal that is dangerous to the community, especially people who live in forest areas. To distinguish the two types of animals, it is done by recognizing the pattern of footprints left on the ground, sand, and mud. The data used in this study amounted to 34 images, with 17 images each for tiger and dog tracks. Pattern/feature recognition of tiger and dog footprints utilizes moment invariance and backpropagation neural networks. Moment invariance is used to extract features possessed by the image of tiger and dog footprints, while backpropagation is used to classify these types of tracks. The results showed that feature extraction by using moment invariance has a fixed value for changes in position and scaling. The backpropagation method used for identification of tiger and dog tracks gives a 100% recognition percentage of 10 trained data, and reaches 54.17% of 24 non-trained data (test data). This shows that the system can identify tigers and dogs based on the footprints left behind.

**Keyword :** Footprints; Tiger; Dog; Invariant Moment; Backpropagation

### 1. Latar Belakang

Identifikasi binatang merupakan upaya untuk mengenali jenis, keadaan umum, status populasi, tempat hidup, bahkan perilaku binatang di dalam habitatnya melalui jejak, kotoran, sisa tubuh dan suara [1]. Proses identifikasi ini biasanya dilakukan sebelum dilaksanakannya inventarisasi binatang. Identifikasi sangat diperlukan untuk mengetahui gambaran secara umum (kualitatif) mengenai status populasi suatu jenis binatang.

Tidak semua jenis binatang mudah dijumpai dalam melakukan proses identifikasi, karena kebanyakan binatang akan menjauh apabila didekati oleh manusia. Berbeda dengan binatang jinak, binatang buas memerlukan kehati-hatian dan kewaspadaan dalam melakukan identifikasi. Salah satu binatang buas yang banyak dijumpai di daerah hutan di Indonesia yaitu macan (*panthera*). Beberapa penduduk di Sumatera dan Jawa masih bermukim di sekitar hutan, sehingga diperlukan kewaspadaan terhadap binatang-

Identifikasi Jejak Macan dan Anjing Menggunakan Momen Invarian dan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation

binatang buas jenis ini. Jejak kaki merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan dalam proses identifikasi [2]. Macan memiliki pola jejak kaki yang mirip dengan anjing. Hal ini tentunya menimbulkan keraguan di antara masyarakat, mengenai pola jejak kaki yang ditinggalkan oleh kedua jenis binatang tersebut.

Masyarakat awam yang belum pernah mengidentifikasi macan dan anjing, akan kesulitan untuk mengenali perbedaan dari pola jejak kaki yang ditinggalkan kedua binatang tersebut. Jejak kaki yang ditinggalkan oleh anjing domestik tidak akan menimbulkan kekhawatiran, karena anjing domestik merupakan salah satu binatang yang hidup bersama dengan masyarakat. Hal ini berbeda kasusnya apabila jejak yang ditemukan adalah jejak kaki macan, sedangkan anggapan masyarakat awam hanyalah jejak kaki anjing domestik. Akan sangat membahayakan jika jejak kaki macan yang tidak dikenali tersebut, berujung pada penyerangan macan terhadap pemukiman masyarakat. Oleh karena itu diperlukan proses identifikasi yang dapat membedakan kedua jenis binatang tersebut.

Identifikasi macan dan anjing dapat dilakukan dengan mempelajari pola jejak kaki yang ditinggalkan oleh binatang tersebut pada tempat yang dilaluinya. Pendeteksi macan dan anjing berdasarkan pola jejak kaki, diperlukan untuk memudahkan masyarakat awam dalam mengenali jejak kaki macan dan jejak kaki anjing, sehingga tindakan preventif dapat dilakukan.

## 2. Kajian Pustaka

### 4 Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang dilakukan ini merujuk pada berbagai sumber penelitian yang pernah dilakukan dengan kasus yang serupa. Adapun penelitian-penelitian yang menjadi sumber tinjauan, menggunakan pengenalan pola dan Jaringan Saraf Tiruan (JST) untuk membantu menyelesaikan permasalahannya. Penelitian menggunakan jejak kaki untuk mengidentifikasi binatang telah banyak dilakukan, di antaranya untuk mendeteksi eksistensi berang-berang di Kecamatan Lubuk Alung, Kabupaten Padang Pariaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa salah satu faktor yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis berang-berang yaitu dengan menggunakan jejak kaki yang ditinggalkannya. Jejak berang-berang yang ditemukan adalah jejak *Aonyx Cinereus (Illeger)* yang memiliki ciri khas bentuk jejak kaki memiliki lima jari yang panjang dan tanpa terlihat bekas cakar [3].

Menurut Hartono [4] JST juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi daging sapi dan daging babi. Penelitian yang dilakukannya memanfaatkan pengolahan gambar/citra dengan ekstraksi ciri *Principal Component Analysis (PCA)* dan *JST backpropagation*. Hasil percobaan variasi *learning rate* dan jumlah *hidden layer* pada proses pelatihan dapat mengenali daging sapi dan daging babi sebesar 88,3%. Arsitektur jaringan yang optimal yaitu dengan: jumlah iterasi 18; *learning rate* 0,2; toleransi kesalahan 0,001; jumlah *hidden layer* 20.

JST *backpropagation* dapat digunakan untuk mendeteksi penyakit *Tuberculosis (TBC)* [5]. Input yang digunakan pada pengenalan jaringan yaitu berupa 6 gejala penyakit TBC, sedangkan targetnya yaitu suspek TBC dan negatif BC. Berdasarkan hasil penelitian dengan variasi jumlah neuron *hidden layer* dan *learning rate*, konfigurasi yang paling optimal yaitu 100 buah neuron, galat maksimal 0,001, dan tingkat pembelajaran 0,5. Tingkat akurasi yang dihasilkan yaitu mencapai 100%.

Penelitian selanjutnya oleh Eskanesiari [6] memanfaatkan JST metode *backpropagation* untuk mengenali jenis tanaman obat berdasarkan bentuk daunnya. Penelitian ini menggunakan tujuh momen invarian sebagai ekstraksi ciri. Hasil percobaan menunjukkan daun beringin, daun keji beling, daun mengkudu, daun salam, dan daun sirsak dapat dikenali dengan persentase sebesar 80% hingga 83,7%. Sedangkan daun binahong, daun jarak, daun laos, dan daun sirih merah memiliki tingkat pengenalan sebesar 86%. Hasil pengenalan tertinggi yaitu pada daun pepaya dengan tingkat pengenalan mencapai 93%.

Penelitian yang dilakukan ini menggunakan pola jejak kaki macan dan anjing dengan memanfaatkan momen invarian untuk ekstraksi fiturnya. Untuk mendapatkan fitur momen invarian, terlebih dahulu dilakukan tahap *preprocessing* terhadap gambar yang didapatkan. Hasil ekstraksi fitur selanjutnya dilakukan proses klasifikasi dengan menggunakan metode jaringan saraf tiruan *backpropagation*.

### b. Pengolahan Citra

#### 1) Konversi Citra

Citra warna yang akan diolah perlu dikonversi ke dalam bentuk citra skala keabuan (grayscale) ataupun citra hitam-putih/biner, mengingat kedua jenis citra inilah yang mudah untuk diinterpretasikan [7].

Untuk mengubah citra warna menjadi citra grayscale, digunakanlah rumus seperti pada persamaan (1).  $I_mGray$  pada menunjukkan citra grayscale, sedangkan R, G, B masing-masing merupakan nilai intensitas citra pada komponen merah, hijau, dan biru.

$$I_mGray = 0,2898.R + 0,5870.G + 0,1141.B \quad (1)$$

Proses konversi citra grayscale ke dalam bentuk biner menggunakan nilai ambang (threshold). Nilai ini yang akan menentukan apakah intensitas suatu citra diubah menjadi putih atau hitam. Secara matematis, konversi tersebut dinyatakan seperti pada persamaan (2). Dimana  $I_mBiner(i)$  menyatakan intensitas citra pada piksel  $i$  dan  $a$  menyatakan nilai ambang.

$$I_mBiner(i) = \begin{cases} 0, & i \geq a \\ 1, & i < a \end{cases} \quad (2)$$

## 2) Histogram Equalization

Peningkatan kualitas citra merupakan proses mengubah citra, agar menghasilkan citra yang lebih baik melalui berbagai cara. Salah satu teknik dalam peningkatan kualitas citra yaitu dengan melakukan ekualisasi histogram (histogram equalization). Pendekatan yang digunakan pada teknik ini yaitu dengan melakukan pemerataan distribusi gray level (aras keabuan) yang ada pada citra. Proses ekualisasi histogram diawali dengan mendapatkan nilai akumulasi histogram untuk piksel yang memiliki aras keabuan  $k$ . Bentuk persamaannya ditunjukkan pada persamaan (3).

$$c[k + 1] = \sum_{i=1}^k hist[k + 1]; \text{ dengan } k = 0, 1, 2, \dots, L - 1 \quad (3)$$

Selanjutnya aras keabuan  $k$  akan diganti dengan  $a$  melalui persamaan (4).

$$a_k = \text{round} \left( (L - 1) \frac{c[k+1]}{N} \right); \text{ dengan } N = \text{jumlah piksel} \quad (4)$$



Gambar 1. Citra Asli (kiri) dan Citra Hasil Histogram Equalization (kanan)

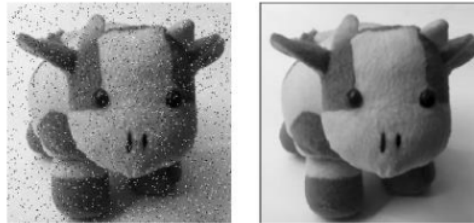
Seperti yang terlihat pada Gambar 1, citra awal yang memiliki kontras yang tinggi akan tampak lebih jelas apabila dilakukan histogram equalization.

## 3) Median Filter

Median filter seringkali digunakan untuk menghilangkan derau/noise bintik-bintik. Nilai intensitas pengganti ditentukan oleh nilai median dari setiap piksel tetangga. Secara matematis, median filter dinotasikan seperti pada persamaan (5).

$$g(y, x) = \text{median}(f(y - 1, x - 1), f(y - 1, x), f(y - 1, x + 1), f(y, x - 1), f(y, x), f(y, x + 1), f(y + 1, x - 1), f(y + 1, x), f(y + 1, x + 1)) \quad (5)$$

Derau dapat dihilangkan dengan tetap mempertahankan detail pada citra. Contoh hasil penggunaan median filter dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Citra Asli (kiri) dan Citra Hasil Median Filter (kanan)

## 4) Morfologi Citra

Morfologi citra bertujuan untuk memperoleh informasi yang menyatakan deskripsi dari suatu bentuk pada citra. Operasi ini biasanya diterapkan pada citra biner. Operasi morfologi antara lain meliputi: pencarian batas/kontur, dilasi (penebalan), erosi (penipisan), opening, closing, pengisian (filling), pelabelan, dan pengerangkaan (skeletonization). Dalam operasi morfologi, sering digunakan elemen penstruktur/kernel sebagai penentu bentuk. Kernel ini terdiri atas berbagai macam bentuk, diantaranya: cakram, belah ketupat, garis, segi delapan, persegi panjang, dan bujur sangkar. Operasi dilasi biasa dipakai untuk mendapatkan efek pelebaran terhadap piksel yang bernilai 1. Burger & Burge (2008) dalam [7] mendefinisikan operasi dilasi seperti pada persamaan (6), sedangkan hasilnya seperti tampak pada Gambar 3.

$$A \oplus B = \{z | z = a + b\}; \text{ dengan } a \in A \text{ dan } b \in B \quad (6)$$





**Gambar 3.** Citra Asli (kiri) dan Citra Hasil Dilasi (kanan)

Jika operasi dilasi digunakan untuk **11**lebarkan/menebalkan citra, maka operasi erosi merupakan inverse dari operasi dilasi. Operasi erosi mempunyai efek memperkecil/menipiskan citra. Persamaan (7) menunjukkan fungsi matematis dari operasi erosi. Hasil operasi erosi tampak pada Gambar 4.

$$A \ominus B = \{p \in z^2 | (a + b) \in I\}; \text{ untuk setiap } b \in B \quad (7)$$



**Gambar 4.** Citra Asli (kiri) dan Citra Hasil Erosi (kanan)

**9** Operasi closing dilaksanakan dengan melakukan operasi dilasi terlebih dahulu dan kemudian diikuti dengan operasi erosi, sedangkan operasi opening merupakan kombinasi operasi erosi yang dilanjutkan dengan operasi dilasi.

**1 Momen Invarian**

Momen invariant digunakan untuk menyatakan objek dengan memperhitungkan area objeknya. Ekstraksi ini menggunakan momen pusat ternormalisasi yang digunakan untuk menangani pembalikan, penyekalaan, dan rotasi gambar [7]. Untuk mendapatkan tujuh momen invarian, terlebih dahulu harus dihitung momen dua dimensi dengan orde (p+q) seperti pada persamaan (8).

$$m_{pq} = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} x^p y^q f(x,y) \quad (8)$$

**1** M dan N pada persamaan (8) menunjukkan matrik berukuran M x N, sedangkan p = 0, 1, 2, ... dan q = 0, 1, 2, ... adalah integer.

Selanjutnya dihitung momen pusat orde (p+q) sebagaimana pada persamaan (9).

$$\mu_{pq} = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (x - X)(y - Y)^q f(x,y) \quad (9)$$

**26** Untuk p dan q adalah 0, 1, 2, ..., dimana masing-masing memenuhi persamaan (10).

$$X = \frac{m_{10}}{m_{00}} \text{ dan } Y = \frac{m_{01}}{m_{00}} \quad (10)$$

**1** Setelah itu dihitung momen pusat yang ternormalisasi, yang dinotasikan dengan  $\eta_{pq}$  melalui persamaan (11).

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^{\frac{p+q}{2}}}; \text{ dengan } \gamma = \frac{p+q}{2} + 1 \quad (11)$$

**1** Untuk p+q = 2, 3, 4, .... Sehingga untuk ketujuh nilai momen invarian dapat diturunkan dari momen kedua dan ketiga sebagaimana persamaan (12).

$$\begin{aligned} \phi_1 &= \eta_{20} + \eta_{02} \\ \phi_2 &= (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + (2\eta_{02})^2 \\ \phi_3 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (\eta_{03} - 3\eta_{21})^2 \\ \phi_4 &= (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{03} + \eta_{21})^2 \\ \phi_5 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + \\ &\quad (\eta_{03} - 3\eta_{21})(\eta_{03} + \eta_{21})[(\eta_{03} + \eta_{21})^2 - 3(\eta_{12} + \eta_{30})^2] \\ \phi_6 &= (\eta_{20} - \eta_{02})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] + 4\eta_{12}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{03} + \eta_{21}) \\ \phi_7 &= (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + \\ &\quad - 3\eta_{12}(\eta_{21} + \eta_{03})[(\eta_{03} + \eta_{21})^2 - 3(\eta_{30} + \eta_{12})^2] \end{aligned} \quad (12)$$

**1 d. Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation**

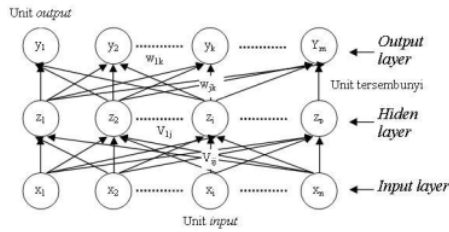
Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu tiruan dari otak manusia yang mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut [8].

Pada proses pelatihan jaringan saraf tiruan terdapat banyak metod **1** yang digunakan sebagai pelatihan, baik pelatihan terbimbing (supervised learning) maupun pe **4** ihan tak terbimbing (unsupervised learning). Salah satu metode yang sering digunakan dalam **12** memecahkan masalah yang rumit pada jaringan saraf tiruan yaitu metode perambatan galat mundur (backpropagation). Metode ini termasuk dalam model pelati **4** an terbimbing.

Metode backpropagation terdiri atas pola masukan dan target keluaran yang diinginkan. Ketika suatu pola masuk, bobot-bobot akan diubah untuk memperkecil perbedaan pola keluaran dengan target keluaran yang diinginkan. Hal ini dilakukan berulang-ulang sehingga semua pola keluaran memenuhi pola target keluaran. Gambar 5 menunjukkan

Identifikasi Jejak Macan dan Anjing Menggunakan Momen Invarian dan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation

11 jaringan backpropagation dengan tiga lapisan, lapisan input, lapisan tersembunyi, dan lapisan output.



Gambar 5. Jaringan Backpropagation dengan Tiga Layer

14 Ketika jaringan diberikan pola masukan, pola tersebut akan menuju ke lapisan tersembunyi untuk selanjutnya diteruskan ke lapisan output. Setiap unit pada lapisan output akan memberikan tanggapan yang disebut dengan keluaran jaringan. Proses inilah yang dimaksud dengan perambatan maju. Selanjutnya jaringan akan membandingkan 15 keluaran jaringan dengan target keluaran. Saat keluaran jaringan tidak sama dengan target keluaran, maka keluaran jaringan akan menyebar mundur pada lapisan tersembunyi kemudian ke lapisan masukan. Proses ini yang disebut dengan perambatan mundur.

Algoritma pelatihan dengan metode backpropagation terdiri atas 2 tahapan, perambatan maju (feed forward) dan perambatan mundur (backpropagation dan galatnya). Algoritma selengkapnya sebagaimana berikut ini [9]:

Langkah 0 : 5 Pemberian inisial bobot-bobot (diberi nilai kecil secara acak).

Langkah 1 : Ulangi langkah 2 hingga 9 hingga kondisi akhir iterasi terpenuhi.

Langkah 2 : Untuk masing-masing pasangan data pelatihan (data training) lakukan langkah 3 hingga 8.

**Perambatan Maju (Feedforward)**

Langkah 3 : Masing-masing unit masukan ( $X_i$ ,  $i = 1,2,3,...,n$ ) menerima sinyal masukan  $X_i$  dan sinyal tersebut disebarkan ke unit-unit bagian berikutnya (layer tersembunyi).

Langkah 4 : Masing-masing unit di lapisan tersembunyi ( $Z_j$ ,  $j = 1,2,3,...,p$ ) dikalikan dengan bobot dan dijumlahkan:

$$z_{inj} = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (13)$$

7 Kemudian hitung fungsi aktivasi yang digunakan:

$$Z_j = f(z_{inj}) \quad (14)$$

Bila menggunakan fungsi sigmoid, maka fungsinya menjadi:

$$Z_j = \frac{1}{1 + \exp^{-z_{inj}}} \quad (15)$$

7 Kemudian mengirim sinyal tersebut ke semua unit keluaran.

Langkah 5 : Masing-masing unit keluaran ( $Y_k$ ,  $k = 1,2,3,...,m$ ) dikalikan dengan bobot dan dijumlahkan:

$$Y_{in_k} = w_{0k} + \sum_{j=1}^p Z_j w_{jk} \quad (16)$$

Kemudian hitung kembali sesuai dengan fungsi aktivasi:

$$Y_k = f(Y_{in_k}) \quad (17)$$

**Perambatan Mundur (Backpropagation dan Galatnya)**

Langkah 6 : Masing-masing unit keluaran ( $Y_k$ ,  $k = 1,2,3,...,m$ ) menerima pola target sesuai dengan pola masukan saat pelatihan dan dihitung galatnya:

$$\delta_k = (t_k - Y_k) f'(Y_{in_k}) \quad (18)$$

Karena  $f'(Y_{in_k}) = Y_k$  menggunakan fungsi sigmoid, maka:

$$f'(Y_{in_k}) = f(Y_{in_k})(1 - f(Y_{in_k})) = Y_k(1 - Y_k) \quad (19)$$

Kemudian hitung perbaikan bobot (untuk memperbaiki  $w_{jk}$ )

$$\Delta W_{jk} = \alpha \cdot \delta_k \cdot Z_j \quad (20)$$

Perhitungan perbaikan koreksi:

$$\Delta W_{0k} = \alpha \cdot \delta_k \quad (21)$$

Dan menggunakan nilai  $\delta_k$  pada semua lapisan sebelumnya.

Langkah 7 : Masing-masing bobot yang menghubungkan unit-unit lapisan keluaran dengan unit-unit pada lapisan tersembunyi ( $Z_j$ ,  $j =$

1,2,3,...,p) dikalikan delta ( $\Delta$ ) dan dijumlahkan sebagai masukan ke unit-unit lapisan berikutnya.

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{jk} \quad (22)$$

Selanjutnya dikalikan dengan turunan dari fungsi aktivasi untuk menghitung galatnya.

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(Y_{in_j}) \quad (23)$$

Kemudian hitung perbaikan bobot (untuk memperbaiki  $V_{ij}$ ).

$$\Delta V_{ij} = \alpha \cdot \delta_j \cdot X_i \quad (24)$$

Kemudian hitung perbaikan bias (untuk memperbaiki  $V_{0j}$ ).

$$\Delta V_{0j} = \alpha \cdot \delta_j \quad (25)$$

#### Memperbaiki bobot dan bias

Langkah 8 : Masing-masing keluaran unit ( $Y_k$ ,  $k=1,2,3,\dots,m$ ) diperbaiki bias dan bobotnya ( $j = 0,1,2,\dots,p$ )

$$W_{jk}(\text{baru}) = W_{jk}(\text{lama}) + \Delta W_{jk} \quad (26)$$

Masing-masing unit tersembunyi ( $Z_j$ ,  $j = 1,2,3,\dots,p$ ) diperbaiki bias dan bobotnya ( $i = 0,1,2,\dots,n$ )

$$V_{ij}(\text{baru}) = V_{ij}(\text{lama}) + \Delta V_{ij} \quad (27)$$

Langkah 9 : Uji kondisi berhenti (akhir iterasi)

### 3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan terdiri atas 5 tahapan, yaitu: Pengumpulan Data, Preprocessing Citra, Ekstraksi Fitur, Pelatihan Jaringan, dan Pengujian.

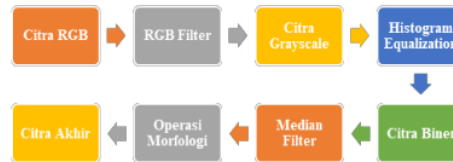
#### a. Pengumpulan Data

Data penelitian yang digunakan didapatkan dari berbagai sumber dataset jejak anjing dan macan. Dataset berjumlah 34 gambar dengan masing-masing 17 gambar untuk jejak anjing dan jejak macan.

#### b. Preprocessing Citra

Tahapan preprocessing dilakukan untuk mengolah data yang telah didapatkan. Data yang berupa citra warna (RGB) akan dikonversi ke dalam bentuk citra biner, sehingga dapat digunakan untuk tahapan ekstraksi fitur. Gambar 6 menunjukkan proses

yang dilakukan pada tahapan preprocessing citra.



Gambar 6. Proses dalam Tahapan Preprocessing

Citra awal berupa citra warna (RGB) yang kemungkinan besar masih mengandung derau/noise. Oleh karena itu noise yang dimiliki oleh citra RGB tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu. Untuk menghilangkan noise pada citra RGB, metode yang digunakan yaitu RGB filter dengan cara menyamakan noise berdasarkan nilai ketetangannya.

Citra hasil RGB filter kemudian dikonversi ke dalam bentuk grayscale. Konversi ke dalam bentuk grayscale diperlukan untuk memisahkan antara objek dengan latar belakang. Selanjutnya untuk meningkatkan kualitas citra, dilakukan histogram equalization. Histogram equalization bekerja dengan cara meratakan distribusi nilai piksel pada citra, sehingga citra tidak terlalu terang maupun terlalu gelap [10].

Citra hasil dari histogram equalization dikonversi ke dalam citra biner dengan terlebih dahulu menentukan nilai threshold (ambang batas). Nilai threshold digunakan untuk menentukan berapa batas nilai yang digunakan untuk mengubah setiap piksel menjadi hitam ataupun putih. Hasil konversi citra biner biasanya masih meninggalkan noise, sehingga perlu dilakukan filtering untuk menghilangkan noise tersebut. Filtering yang digunakan yaitu median filter. Median filter dipilih karena kemampuannya dalam menyamakan noise dengan mengambil nilai tengah dari piksel tetangga. Jika diimplementasikan terhadap citra biner, maka proses median filter mampu menghilangkan derau yang ada pada citra tersebut [11].

Proses terakhir pada tahap preprocessing yaitu menggunakan morfologi citra yang berupa operasi erosi untuk memperjelas hasil dari citra yang telah difilter. Kemudian citra akan dikenakan filling untuk mengisi area yang berlubang. Operasi terakhir pada morfologi yaitu operasi opening yang diawali dari operasi

erosi yang berfungsi untuk menipiskan piksel pada objek yang terkena efek median filter, kemudian dilanjutkan dengan operasi dilasi untuk mengembalikan kembali tepi objek yang terkena efek erosi.

### c. Ekstraksi Fitur

Citra jejak kaki macan dan anjing harus dapat dikenali meskipun telah mengalami efek rotasi, pembalikan, dan penskalaan. Ekstraksi fitur yang digunakan terhadap jejak kaki macan dan anjing yaitu momen invarian. Momen invarian dipilih karena kemampuannya dalam mempertahankan nilai yang dihasilkan terhadap efek-efek tersebut. Momen invarian terdiri atas tujuh nilai yaitu momen 1 hingga momen 7.

### d. Pelatihan Jaringan

Untuk mengenali pola jejak kaki macan dan anjing, metode klasifikasi yang digunakan yaitu jaringan saraf tiruan metode backpropagation. Tahapan ini berupa proses untuk melatih jaringan agar dapat mengenali pola masukan sesuai dengan target yang telah ditentukan. Pola masukan yang dimaksud yaitu nilai dari 7 momen invarian yang dihasilkan dari tahapan ekstraksi fitur.

Data yang telah didapatkan dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu data latih dan data uji. Data latih digunakan pada proses pelatihan jaringan, sedangkan data uji digunakan pada saat proses pengujian.

### e. Pengujian

Pengujian yang dilakukan terdiri atas pengujian ekstraksi fitur momen invarian terhadap jejak kaki macan dan anjing serta pengujian terhadap jaringan backpropagation. Pengujian nilai momen invarian dilakukan dengan melakukan rotasi, translasi, dan penskalaan terhadap beberapa citra jejak macan dan anjing.

Pengujian terhadap jaringan backpropagation diperlukan guna mengetahui seberapa besar tingkat akurasi jaringan dalam mengenali pola masukan yang diberikan. Pengujian dilakukan dengan cara menguji model (bobot dan bias) yang didapatkan, terhadap data latih dan data uji.

## 4. Implementasi Sistem dan Hasil

Sistem identifikasi jejak kaki macan dan anjing dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman Matlab.

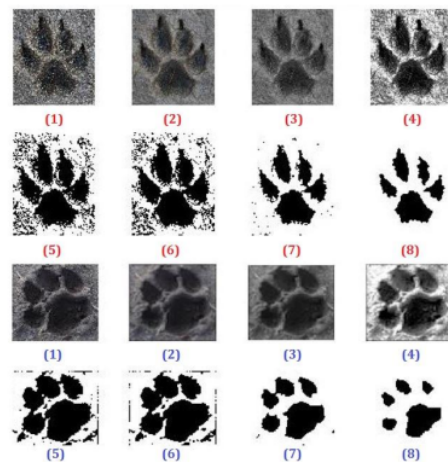
### a. Preprocessing Citra

Data 34 citra jejak kaki macan dan anjing berhasil dipisahkan dengan latarnya melalui proses preprocessing citra. Adapun hasil

preprocessing tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 7.

Preprocessing dimulai dengan filter RGB dari citra yang dimasukkan. Seperti terlihat pada Gambar 7, citra awal (angka 1) yang memiliki noise menjadi tampak lebih jelas (angka 2) setelah proses filter RGB. Selanjutnya citra dikonversi ke dalam bentuk grayscale (angka 3), sehingga nantinya dapat memudahkan proses segmentasi. Citra yang telah dikonversi ke dalam bentuk grayscale memiliki distribusi yang tidak rata, dalam hal ini citra terlihat gelap. Oleh karena itu proses histogram equalization digunakan agar distribusi nilai piksel menjadi rata (tidak terlalu terang maupun gelap). Hasil histogram equalization tampak pada angka 4.

Proses konversi citra grayscale ke dalam bentuk citra biner dilakukan dengan menggunakan nilai batas (threshold) yang didapatkan pada citra hasil histogram equalization. Dengan menggunakan nilai tersebut, hasil konversi citra biner dapat dilihat pada angka 5. Citra biner yang telah didapatkan masih memiliki noise disekitar objek (pola jejak kaki), sehingga perlu dilakukan filter kembali. Pada citra biner, filter yang digunakan untuk menghilangkan noise tersebut yaitu median filter. Angka 6 pada Gambar 7 menunjukkan hasil dari median filter.



Gambar 7. Preprocessing Citra Jejak Anjing (Atas) dan Jejak Macan (Bawah)

Citra yang telah dikenai median filter ternyata masih memiliki noise yang cukup banyak, sehingga diperlukan operasi morfologi untuk menghilangkan noise dengan cara menipiskan garis/daerah dari noise tersebut. Operasi

Identifikasi Jejak Macan dan Anjing Menggunakan Momen Invarian dan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation



morfologi yang digunakan yaitu erosi, dan hasilnya dapat dilihat pada angka 7. Daerah yang terkena erosi haruslah daerah noise, bukan daerah objek. Oleh karenanya teknik filling digunakan untuk menutup area objek yang masih memiliki lubang. Proses terakhir yaitu menggunakan operasi opening untuk kembali menghilangkan noise sekaligus menajamkan area objek, sehingga benar-benar terlihat antara citra objek dengan citra latarbelakang (angka 8).

**b. Ekstraksi Fitur**

Hasil akhir pada tahap preprocessing yaitu citra objek yang telah tersegmentasi. Ketika objek telah berhasil tersegmentasi, maka dihitunglah nilai momen invarian dari objek tersebut. Momen invarian terdiri atas 7 nilai yang masing-masing dapat dilihat seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai Momen Invarian Jejak Anjing dan Macan

Label	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Anjing1	0.2552	0.0022	2.80E-04	1.31E-04	-1.10E-10	-4.78E-06	7.39E-09
Anjing2	0.2502	0.0028	4.83E-06	8.97E-05	1.62E-09	4.62E-06	-1.06E-09
Anjing3	0.2146	1.45E-04	8.63E-06	9.35E-06	-7.57E-12	-6.05E-09	-6.13E-11
Anjing4	0.2523	0.0025	1.55E-04	8.78E-05	1.91E-09	4.03E-06	7.33E-09
Anjing5	0.2417	1.49E-04	4.18E-05	1.14E-04	6.03E-09	-4.78E-07	-1.05E-09
Anjing6	0.2366	0.0014	6.00E-06	6.91E-05	-5.97E-11	2.14E-06	1.95E-09
Anjing7	0.2326	0.0051	5.46E-05	6.47E-05	4.81E-10	1.83E-06	-3.34E-09
Anjing8	0.2461	3.26E-04	7.21E-05	8.41E-06	1.42E-10	6.36E-08	-2.06E-10
Anjing9	0.2547	0.0089	4.32E-05	1.91E-04	1.59E-08	1.77E-05	-7.19E-09
Anjing10	0.2359	0.0005	3.80E-05	2.46E-05	1.78E-10	7.19E-07	-5.62E-11
Anjing11	0.2454	0.0014	1.17E-04	6.29E-05	-5.42E-10	-1.34E-06	-4.50E-10
Anjing12	0.2242	0.0027	2.79E-05	1.87E-05	4.54E-11	1.07E-07	5.72E-11
Anjing13	0.2789	0.0034	2.47E-05	1.80E-04	6.01E-09	1.02E-05	8.05E-10
Anjing14	0.2145	0.0019	2.76E-06	8.55E-06	2.73E-11	3.26E-07	-2.03E-11
Anjing15	0.2422	0.0056	3.97E-06	5.70E-06	-1.27E-11	-3.73E-07	1.95E-11
Anjing16	0.232	0.0053	3.48E-05	2.23E-05	1.75E-10	1.48E-06	5.23E-10
Anjing17	0.2888	0.0061	2.82E-05	5.68E-05	-2.88E-10	-3.09E-06	2.00E-09
Macan1	0.2255	9.64E-04	3.26E-05	2.06E-05	-1.10E-10	1.32E-07	-4.09E-11
Macan2	0.2759	1.74E-04	3.29E-06	2.00E-04	-3.95E-09	-8.09E-07	2.04E-08
Macan3	0.2456	0.0019	1.05E-05	8.02E-05	-2.58E-09	-2.97E-06	-7.69E-09
Macan4	0.2417	0.0095	5.92E-07	3.48E-07	4.50E-15	2.90E-08	4.29E-14
Macan5	0.2386	8.27E-04	8.08E-05	8.63E-05	2.78E-09	1.73E-06	1.99E-10
Macan6	0.2162	3.23E-04	1.44E-05	7.84E-06	7.35E-12	1.03E-07	4.37E-11
Macan7	0.3017	0.0031	1.71E-04	3.14E-04	-2.20E-08	-9.18E-06	-1.36E-07
Macan8	0.2804	6.66E-04	5.35E-05	1.68E-04	-5.47E-10	2.14E-06	-2.18E-08
Macan9	0.2801	0.0096	1.51E-06	3.40E-06	8.06E-12	2.49E-07	2.22E-11
Macan10	0.2464	2.71E-04	5.17E-06	2.73E-05	-1.62E-10	-3.74E-07	-1.71E-10
Macan11	0.2718	5.14E-04	3.05E-05	2.72E-05	5.06E-11	4.98E-07	-2.25E-10
Macan12	0.2371	0.0011	4.38E-05	1.29E-04	-5.88E-09	-3.81E-06	6.55E-09
Macan13	0.3169	1.21E-04	8.80E-05	1.99E-04	-3.14E-09	-3.74E-07	-4.18E-08
Macan14	0.2173	2.21E-05	4.08E-06	2.02E-05	-2.99E-10	-7.63E-08	-5.25E-10
Macan15	0.2407	0.0011	6.51E-05	4.87E-05	-1.85E-10	4.71E-07	9.95E-11
Macan16	0.2705	4.93E-04	1.19E-04	1.29E-04	-4.81E-09	-1.89E-06	-4.03E-09
Macan17	0.2782	2.38E-04	0.0011	4.29E-04	-2.76E-08	-6.54E-06	1.28E-07

**c. Pelatihan Jaringan**

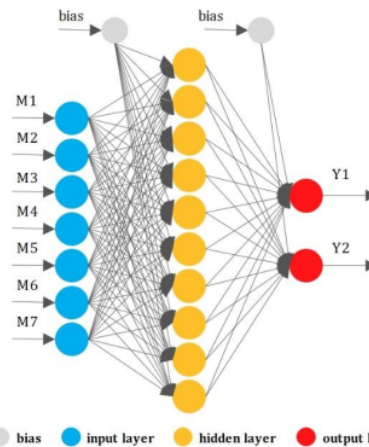
Nilai ketujuh momen invarian tersebut selanjutnya digunakan untuk proses pelatihan jaringan. Proses pelatihan jaringan menggunakan model JST Backpropagation. Pada proses ini, data yang digunakan untuk pelatihan jaringan dipilih secara acak dari 5 data macan dan 5 data anjing. 42 ta latih yang digunakan beserta targetnya seperti tampak pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Data Latih

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	Target
0.2552	0.0022	2.80E-04	1.31E-04	-1.10E-10	-4.78E-06	7.39E-09	Anjing
0.2502	0.0028	4.83E-06	8.97E-05	1.62E-09	4.62E-06	-1.06E-09	Anjing
0.2146	1.45E-04	8.63E-06	9.35E-06	-7.57E-12	-6.05E-09	-6.13E-11	Anjing
0.2523	0.0025	1.55E-04	8.78E-05	1.91E-09	4.03E-06	7.33E-09	Anjing
0.2417	1.49E-04	4.18E-05	1.14E-04	6.03E-09	-4.78E-07	-1.05E-09	Anjing
0.2255	0.000964	3.26E-05	2.06E-05	-1.1E-10	1.32E-07	-4.1E-11	Macan
0.2759	0.000174	3.29E-06	0.0002	-4E-09	-8.1E-07	2.04E-08	Macan
0.2456	0.0019	1.05E-05	8.02E-05	-2.6E-09	-3E-06	-7.7E-09	Macan
0.2417	0.0095	5.92E-07	3.48E-07	4.5E-15	2.9E-08	4.29E-14	Macan
0.2386	0.000827	8.08E-05	8.63E-05	2.78E-09	1.73E-06	1.99E-10	Macan

Input yang digunakan pada pelatihan jaringan saraf tiruan backpropagation yaitu nilai momen invarian 1 hingga momen invarian 7, sedangkan targetnya adalah macan atau anjing. Jaringan backpropagation memiliki lapisan tersembunyi (hidden layer) untuk menentukan targetnya (output). Gambar 8 menunjukkan skema jaringan backpropagation yang digunakan untuk pelatihan.

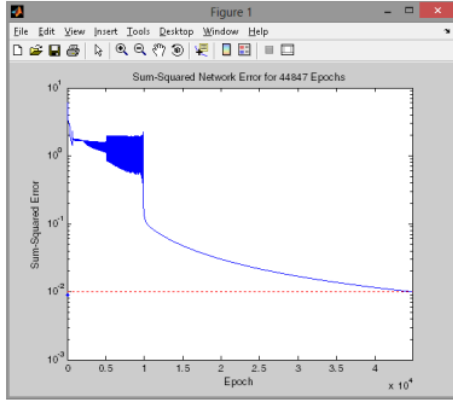
Proses pelatihan menggunakan 7 sel input, 10 sel hidden, dan 2 sel output. Sel input terdiri atas nilai M1 hingga M7 dan sel output terdiri atas nilai Y1 dan nilai Y2. Klasifikasi data dengan target anjing ditentukan memiliki output Y1=0 dan Y2=0, sedangkan untuk target macan nilai Y1=1 dan Y2=1.



**Gambar 8.** Skema Jaringan Backpropagation

Identifikasi Jejak Macan dan Anjing Menggunakan Momen Invarian dan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation

Konfigurasi jaringan yang digunakan yaitu learning rate 0,5 dan error maksimum 1% atau 0,01. Grafik hasil pelatihan jaringan terhadap 10 data latih, untuk dapat mengenali target yang telah ditentukan seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hasil Pelatihan Jaringan Backpropagation

Jaringan backpropagation dapat mengenali jejak kaki macan dan anjing setelah epoch ke 44.847 dengan nilai Sum-Squared Error 0,00999.

d. Pengujian

1) Pengujian Nilai Momen Invarian

Data yang digunakan sebagai input (nilai momen invarian) tidak boleh terpengaruh terhadap proses rotasi, penskalaan, dan pembalikan citra. Hal ini dikarenakan citra jejak kaki sangat mungkin untuk terkena efek-efek tersebut, sehingga perubahan nilai pada ekstraksi fitur tidak boleh signifikan. Citra yang akan diuji untuk nilai momen invarian yaitu citra pada Gambar 7 angka 8.

Tabel 3. Efek pada Citra pengujian Momen Invarian

Citra	Awal	Rotasi	Pembalikan	Penskalaan
Anjing				
Macan				

Identifikasi Jejak Macan dan Anjing Menggunakan Momen Invarian dan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation

Tabel 4. Perbandingan Nilai Momen Invarian pada Jejak Anjing

Momen	Nilai Momen Invarian			
	Awal	Rotasi	Pembalikan	Penskalaan
M1	0.208	0.208	0.208	0.208
M2	1.25E-05	1.25E-05	1.25E-05	1.57E-05
M3	2.0E-07	3.98E-06	3.60E-07	3.65E-07
M4	2.3E-06	1.72E-06	1.72E-06	1.61E-06
M5	2.9E-13	-2.16E-13	-2.16E-13	-1.86E-13
M6	-5.82E-09	-5.82E-09	-5.82E-09	-5.98E-09
M7	-2.17E-12	1.23E-12	1.32E-12	-1.98E-12

Tabel 5. Perbandingan Nilai Momen Invarian pada Jejak Macan

Momen	Nilai Momen Invarian			
	Awal	Rotasi	Pembalikan	Penskalaan
M1	0.1995	0.1995	0.1995	0.1994
M2	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057
M3	1.02E-06	8.1E-06	1.02E-06	9.39E-07
M4	2.2E-07	8.50E-07	8.50E-07	8.13E-07
M5	1.8E-13	1.70E-13	1.70E-13	1.02E-13
M6	3.13E-09	3.13E-09	3.13E-09	-4.57E-09
M7	-2.24E-14	-6.44E-13	-5.70E-13	9.95E-14

Berdasarkan tabel perbandingan tersebut, nilai untuk momen 1 hingga momen 6 cenderung konstan. Sedangkan momen 7 mengalami perubahan nilai yang terlihat cukup signifikan. Akan tetapi nilai rerata untuk momen invarian hampir selalu konstan, sehingga nilai momen invarian dapat dijadikan sebagai parameter dalam mengidentifikasi macan dan anjing.

2) Pengujian Data Latih

Pengujian terhadap data latih diperlukan untuk mengetahui tingkat akurasi jaringan backpropagation dalam mengenali pola jejak anjing dan macan yang telah dilatihkan (Tabel 2). Pengujian dilakukan dengan menggunakan bobot dan bias yang telah didapatkan pada proses pelatihan jaringan.

Seperti tampak pada Tabel 6, jaringan backpropagation dapat mengenali jejak macan dan anjing dengan tingkat akurasi 100% terhadap data latih.

Tabel 6. Pengujian Data Latih

Urutan Data Ke-	Momen Invarian (Tabel 2)		Target		Output Jaringan		Hasil
	M1	M7	Y1	Y2	Y1	Y2	
1	0.2552	7.39E-09	0	0	0.0136	0.0118	Benar
2	0.2502	-1.06E-09	0	0	0.0252	0.0232	Benar
3	0.2146	-6.13E-11	0	0	0.0373	0.0375	Benar
4	0.2523	7.33E-09	0	0	0.0093	0.0125	Benar
5	0.2417	-1.05E-09	0	0	0.0148	0.0176	Benar
6	0.2255	-4.1E-11	1	1	0.9637	0.963	Benar
7	0.2759	2.04E-08	1	1	0.9999	1	Benar
8	0.2456	-7.7E-09	1	1	1	1	Benar
9	0.2417	4.29E-14	1	1	0.9872	0.9864	Benar
10	0.2386	1.99E-10	1	1	0.969	0.9694	Benar

### 3) Pengujian Data Uji

Tujuan dari pelatihan jaringan backpropagation yaitu dapat melakukan klasifikasi jejak macan dan jejak anjing berdasarkan nilai momen yang dihasilkan dari tahapan preprocessing. Data non-latih atau data uji harus digunakan untuk mengetahui kemampuan jaringan dalam mengenali pola input yang diberikan. Data uji disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Uji

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	Target
0.2366	0.0014	6.00E-06	6.91E-05	-5.97E-11	2.14E-06	1.95E-09	Anjing
0.2326	0.0051	5.46E-05	6.47E-05	4.81E-10	1.83E-06	-3.34E-09	Anjing
0.2461	3.26E-04	7.21E-05	8.41E-06	1.42E-10	6.36E-08	-2.08E-10	Anjing
0.2547	0.0089	4.32E-05	1.91E-04	1.59E-08	1.77E-05	-7.19E-09	Anjing
0.2359	0.005	3.80E-05	2.46E-05	1.78E-10	7.19E-07	-5.62E-11	Anjing
0.2454	0.0014	1.17E-04	6.29E-05	-5.42E-10	-1.34E-06	-4.50E-10	Anjing
0.2242	0.0027	2.79E-05	1.87E-05	4.54E-11	1.07E-07	5.72E-11	Anjing
0.2789	0.0034	2.47E-05	1.80E-04	6.01E-09	1.02E-05	8.05E-10	Anjing
0.2145	0.0019	2.76E-06	8.55E-06	2.73E-11	3.26E-07	-2.03E-11	Anjing
0.2422	0.0056	3.97E-06	5.70E-06	-1.27E-11	-3.73E-07	1.95E-11	Anjing
0.232	0.0053	3.48E-05	2.23E-05	1.75E-10	1.48E-06	5.23E-10	Anjing
0.2888	0.0061	2.82E-05	5.68E-05	-2.88E-10	-3.09E-06	2.00E-09	Anjing
0.2162	3.23E-04	1.44E-05	7.84E-06	7.35E-12	1.03E-07	4.37E-11	Macan
0.3017	0.0031	1.71E-04	3.14E-04	-2.20E-08	-9.18E-06	-1.36E-07	Macan
0.2804	6.66E-04	5.35E-05	1.68E-04	-5.47E-10	2.14E-06	-2.18E-08	Macan
0.2801	0.0096	1.51E-06	3.40E-06	8.06E-12	2.49E-07	2.22E-11	Macan
0.2464	2.71E-04	5.17E-06	2.73E-05	-1.62E-10	-3.74E-07	-1.71E-10	Macan
0.2718	5.14E-04	3.05E-05	2.72E-05	5.06E-11	4.98E-07	-2.25E-10	Macan
0.2371	0.0011	4.38E-05	1.29E-04	-5.88E-09	-3.81E-06	6.55E-09	Macan
0.3169	1.21E-04	8.80E-05	1.99E-04	-3.14E-09	-3.74E-07	-4.18E-08	Macan
0.2173	2.21E-05	4.08E-06	2.02E-05	-2.99E-10	-7.63E-08	-5.25E-10	Macan
0.2407	0.0011	6.51E-05	4.87E-05	-1.85E-10	4.71E-07	9.95E-11	Macan
0.2705	4.93E-04	1.19E-04	1.29E-04	-4.81E-09	-1.89E-06	-4.03E-09	Macan
0.2782	2.38E-04	0.0011	4.29E-04	-2.76E-08	-6.54E-06	1.28E-07	Macan

Bobot dan bias yang digunakan sama dengan bobot dan bias yang digunakan untuk pengujian data latih, dimana bobot dan bias tersebut didapatkan dari hasil pelatihan jaringan. Dengan menggunakan bobot dan bias tersebut, hasil pengujian terhadap data uji seperti ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengujian Data Uji

Urut an Data Ke-	Momen Invarian (Tabel 7)		Target		Output Jaringan		Hasil (Pembulatan)
	M1	M7	Y1	Y2	Y1	Y2	
1	0.2366	1.95E-09	0	0	0.9995	0.9996	Salah
2	0.2326	-3.34E-09	0	0	0.9961	0.9914	Salah
3	0.2461	-2.06E-10	0	0	0.9579	0.9707	Salah
4	0.2547	-7.19E-09	0	0	0	0	Benar
5	0.2359	-5.62E-11	0	0	0.9908	0.993	Salah
6	0.2454	-4.50E-10	0	0	1	1	Salah
7	0.2242	5.72E-11	0	0	0.991	0.9931	Salah
8	0.2789	8.05E-10	0	0	0	0	Benar
9	0.2145	-2.03E-11	0	0	0.1583	0.2172	Benar
10	0.2422	1.95E-11	0	0	0.9993	0.9997	Salah
11	0.232	5.23E-10	0	0	0.4165	0.4853	Benar
12	0.2888	2.00E-09	0	0	1	1	Salah

Identifikasi Jejak Macan dan Anjing Menggunakan Momen Invarian dan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation

Urut an Data Ke-	Momen Invarian (Tabel 7)		Target		Output Jaringan		Hasil (Pembulatan)
	M1	M7	Y1	Y2	Y1	Y2	
13	0.2162	4.37E-11	1	1	0.0301	0.0327	Salah
14	0.3017	-1.36E-07	1	1	0.0858	0.0079	Salah
15	0.2804	-2.18E-08	1	1	1	1	Benar
16	0.2801	2.22E-11	1	1	0.941	0.9708	Benar
17	0.2464	-1.71E-10	1	1	0.9997	0.9998	Benar
18	0.2718	-2.25E-10	1	1	0.9906	0.9981	Benar
19	0.2371	6.55E-09	1	1	1	1	Benar
20	0.3169	-4.18E-08	1	1	1	1	Benar
21	0.2173	-5.25E-10	1	1	0.7752	0.7144	Benar
22	0.2407	9.95E-11	1	1	0.9999	0.9999	Benar
23	0.2705	-4.03E-09	1	1	1	1	Benar
24	0.2782	1.28E-07	1	1	0.0001	0	Salah

Jumlah data yang berhasil dikenali oleh jaringan, sesuai dengan target yang telah ditentukan adalah 13 data. Dengan demikian jaringan backpropagation memiliki tingkat akurasi sebesar 54.17% dalam mengenali jejak kaki macan dan anjing terhadap data yang belum pernah dilatihkan.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, macan dan anjing dapat diklasifikasikan berdasarkan pola jejak kaki yang ditinggalkan dengan menggunakan momen invarian dan JST backpropagation. Nilai momen invarian yang dihasilkan oleh jejak macan dan anjing memiliki nilai yang relatif konstan pada berbagai macam efek (rotasi, penskalaan, dan pembalikan). Persentase pengenalan jejak macan dan anjing dari hasil pengujian data latih adalah sebesar 100% dan pengujian terhadap data uji yaitu 54,17%.

Sistem identifikasi macan dan anjing ini memiliki kelemahan pada tahapan preprocessing (pengolahan gambar) untuk menghasilkan nilai momen invarian, terutama dalam hal otomatisasi pengurangan derau (noise reduction). Untuk meningkatkan kualitas dari gambar akhir sebagai penentu pengambilan nilai momen invarian, diperlukan pengolahan gambar yang lebih baik, sehingga sangat memungkinkan apabila dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengolahan gambar terhadap jejak macan dan anjing.

## 6. Pustaka

[1] B. Hariadi, W. Novarino and Rizaldi, "Inventarisasi Mamalia di Hutan Harapan Sumatera Selatan," Jurnal Biologi Universitas Andalas, vol. 1, no. 2, pp. 132-138, 2012.

- 25
- [2] R. B. Suba, C. Boer and Imran, "Informasi dari Feses dan Jejak Kaki Rusa Sambar (*Cervus Unicolor*) Serta Implikasinya pada Akurasi Penaksiran Populasi," *Jurnal Ilmu Kehutanan*, vol. IV, no. 2, pp. 70-79, 2010.
- [3] Aadrean, S. Salmah, R. Anas Salsabila and M. N. Janra, "Tracks and Other Signs of Otters in Rice Fields in Padang Pariaman West Sumatra: A Preliminary Study," *IUCN Otter Spec. Group Bull*, vol. VII, no. 1, pp. 6-11, 2010.
- [4] A. F. Hartono, Dwijanto and Z. Abidin, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Sebagai Sistem Pengenalan Citra Daging Babi dan Citra Daging Sapi," *UNNES Journal of Mathematics*, vol. I, no. 2, pp. 124-130, 2012.
- [5] R. W. Purnamasari, Dwijanto and E. Sugiharti, "Implementasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Sebagai Sistem Deteksi Penyakit Tuberculosis (TBC)," *Unnes Journal of Mathematics*, vol. II, no. 2, pp. 90-96, 2013.
- [6] Eskanesiari, A. Hidayatno and R. Isnanto, "Sistem Identifikasi Jenis Tanaman Obat-obatan Berdasar Pola Daun Menggunakan Tujuh Invarian Momen Hu dan Jaringan Saraf Tiruan Perambatan Balik," *TRANSIENT*, vol. III, no. 1, 2014.
- [7] A. Kadir, *Dasar Pengolahan Citra dengan Delphi*, Yogyakarta: Andi, 2013.
- [8] S. Kusumadewi and S. Hartati, *Neuro Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Saraf*, 2nd ed., Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [9] A. Hermawan, *Jaringan Saraf Tiruan Teori dan Aplikasi*, Yogyakarta: Andi, 2016.
- [10] N. Senthilkumaran and J. Thimmiraja, "Histogram Equalization for Image Enhancement Using MRI Brain Images," in *World Congress on Computing and Communication Technologies*, Trichirappalli, 2014.
- [11] T. D. Wulan, E. Purwanti and M. Yasin, "Deteksi Kanker Paru-Paru Dari Citra Foto Rontgen Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation," *Jurnal Fisika dan Terapannya*, vol. I, no. 1, pp. 58-64, 2013.



ORIGINALITY REPORT

26%

SIMILARITY INDEX

25%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	<a href="https://id.scribd.com">id.scribd.com</a> Internet Source	11%
2	<a href="https://etheses.uin-malang.ac.id">etheses.uin-malang.ac.id</a> Internet Source	2%
3	<a href="https://ojs.utmmataram.ac.id">ojs.utmmataram.ac.id</a> Internet Source	2%
4	<a href="https://eprints.uty.ac.id">eprints.uty.ac.id</a> Internet Source	2%
5	<a href="https://repo.pens.ac.id">repo.pens.ac.id</a> Internet Source	1%
6	<a href="https://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	1%
7	<a href="https://adoc.pub">adoc.pub</a> Internet Source	1%
8	<a href="https://archive.epa.gov">archive.epa.gov</a> Internet Source	1%
9	<a href="https://repository.uin-suska.ac.id">repository.uin-suska.ac.id</a> Internet Source	1%

10	<a href="http://re.public.polimi.it">re.public.polimi.it</a> Internet Source	<1 %
11	<a href="http://123dok.com">123dok.com</a> Internet Source	<1 %
12	<a href="http://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	<1 %
13	<a href="http://media.neliti.com">media.neliti.com</a> Internet Source	<1 %
14	Submitted to Universiti Malaysia Pahang Student Paper	<1 %
15	<a href="http://repository.unikom.ac.id">repository.unikom.ac.id</a> Internet Source	<1 %
16	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
17	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1 %
18	<a href="http://arxiv.org">arxiv.org</a> Internet Source	<1 %
19	<a href="http://juti.if.its.ac.id">juti.if.its.ac.id</a> Internet Source	<1 %
20	<a href="http://mcf.gsfc.nasa.gov">mcf.gsfc.nasa.gov</a> Internet Source	<1 %
21	<a href="http://repositori.usu.ac.id">repositori.usu.ac.id</a> Internet Source	<1 %

22	<a href="http://www.geol.ucsb.edu">www.geol.ucsb.edu</a> Internet Source	<1 %
23	<a href="http://www.fz-juelich.de">www.fz-juelich.de</a> Internet Source	<1 %
24	<a href="http://www.neliti.com">www.neliti.com</a> Internet Source	<1 %
25	<a href="http://download.atlantis-press.com">download.atlantis-press.com</a> Internet Source	<1 %
26	<a href="http://jurnal.batan.go.id">jurnal.batan.go.id</a> Internet Source	<1 %
27	<a href="http://staff.uny.ac.id">staff.uny.ac.id</a> Internet Source	<1 %
28	<a href="http://www.frguo.com">www.frguo.com</a> Internet Source	<1 %
29	<a href="http://www.skb.se">www.skb.se</a> Internet Source	<1 %
30	Agus Susilo, Sarkowi Sarkowi. "Perjuangan Ken Arok Menjadi Raja Kerajaan Singosari Tahun 1222-1227", SINDANG: Jurnal Pendidikan Sejarah dan Kajian Sejarah, 2020 Publication	<1 %
31	<a href="http://bbksdajatimwil1.wordpress.com">bbksdajatimwil1.wordpress.com</a> Internet Source	<1 %
32	<a href="http://ejournal.akakom.ac.id">ejournal.akakom.ac.id</a> Internet Source	<1 %

33	<a href="http://ejournal.lppmsttpagaralam.ac.id">ejournal.lppmsttpagaralam.ac.id</a> Internet Source	<1 %
34	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
35	<a href="http://journal.universitاسbumigora.ac.id">journal.universitاسbumigora.ac.id</a> Internet Source	<1 %
36	<a href="http://jsfk.ffarmasi.unand.ac.id">jsfk.ffarmasi.unand.ac.id</a> Internet Source	<1 %
37	<a href="http://repository.upnvj.ac.id">repository.upnvj.ac.id</a> Internet Source	<1 %
38	<a href="http://research-dashboard.binus.ac.id">research-dashboard.binus.ac.id</a> Internet Source	<1 %
39	<a href="http://retii.sttnas.ac.id">retii.sttnas.ac.id</a> Internet Source	<1 %
40	<a href="http://transformlife.ru">transformlife.ru</a> Internet Source	<1 %
41	<a href="http://tugasdenny.wordpress.com">tugasdenny.wordpress.com</a> Internet Source	<1 %
42	<a href="http://www.jurnalmudiraindure.com">www.jurnalmudiraindure.com</a> Internet Source	<1 %
43	Rusbianto Rusbianto, Indah Susilawati. "Identifikasi Citra Tulisan Tangan untuk Menentukan Karakter Kepribadian Introvert atau Extrovert dengan Metode LS Classifier",	<1 %



# JMAI (Jurnal Multimedia & Artificial Intelligence), 2019

Publication

---

44

[repository.unair.ac.id](https://repository.unair.ac.id)

Internet Source

<1 %

---

45

[repository.ub.ac.id](https://repository.ub.ac.id)

Internet Source

<1 %

---

---

Exclude quotes      On

Exclude matches      Off

Exclude bibliography      On

# 525-998-1-PB

---

PAGE 1

---

PAGE 2

---

PAGE 3

---

PAGE 4

---

PAGE 5

---

PAGE 6

---

PAGE 7

---

PAGE 8

---

PAGE 9

---

PAGE 10

---

PAGE 11

---