

Pendeteksian Keaslian Gambar Berbasis *Illuminant Color* dengan Jaringan Saraf Tiruan

Heri Fauzan
Program Studi Teknik Informatika
Institut Teknologi Bandung
Bandung, Indonesia
13513028@std.stei.itb.ac.id

Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T.
Program Studi Teknik Informatika
Institut Teknologi Bandung
Bandung, Indonesia
rinaldi@informatika.org

Abstrak—Gambar memiliki bagian penting sebagai bukti dari sebuah realita yang dapat dipercaya. Namun seiring berkembangnya teknologi, gambar semakin mudah dipalsukan sehingga diperlukan adanya kakas pendeteksian keaslian gambar untuk menentukan bahwa sebuah gambar dapat dinyatakan asli atau palsu. Beberapa kakas seperti *Izitru* dan *Fotoforensics* mampu mendeteksi bahwa sebuah gambar telah diubah dari struktur digitalnya namun tidak menentukan suatu gambar telah dipalsukan atau tidak. Ditambah lagi kakas tersebut menggunakan metode spesifik yang bergantung format sehingga tidak dapat digunakan untuk semua jenis gambar. Pada penelitian ini digunakan metode *Illuminant Color* dengan Jaringan Saraf Tiruan agar pendeteksian keaslian gambar dapat dilakukan tidak bergantung pada detail khusus tersebut.

Kata kunci— *Illuminant Color*, *Jaringan Saraf Tiruan*, *Kakas*, *Pendeteksian Keaslian Gambar*

I. PENDAHULUAN

Keberadaan gambar digital sudah menjadi hal biasa untuk digunakan dalam segala keperluan. Bahkan, sering terdengar istilah “no pic, hoax!” di media sosial secara sinis yang artinya jika tidak ada gambar atau fotonya maka apapun yang disampaikan bohong. Namun seiring kemajuan teknologi informasi, gambar sangat mudah dimodifikasi sehingga diragukan keasliannya. Sehingga sangat dibutuhkan kakas pendeteksian keaslian gambar untuk dapat membedakan gambar yang asli dan palsu.



Gambar 1. Hubungan *Image Forgery* dengan *Image Faking*

Pengubahan gambar (*image forgery*) dapat dibedakan dengan pemalsuan gambar (*image faking*). Pengubahan gambar belum tentu pemalsuan gambar tetapi pemalsuan sudah pasti

pengubahan gambar. *Image faking* adalah subset dari *image forgery* seperti terlihat pada gambar 1. Secara garis besar perusakan gambar ini terbagi menjadi tiga yaitu: *image retouching*, *copy-move*, dan *image splicing*. *Image retouching* adalah menambah atau mengurangi gambar asli tetapi tidak mengubah secara signifikan sehingga tidak dikategorikan sebagai *image faking*. *Copy-move* adalah menduplikasi objek pada satu gambar yang sama sementara *image splicing* adalah menggabungkan dua objek dari gambar berbeda. [1]

Meskipun banyak penelitian terkait pendeteksian keaslian gambar namun masih sedikit kakas pendeteksian keaslian gambar yang terpublikasi secara umum. Beberapa kakas tersebut adalah *Izitru* dan *Fotoforensics*. Kedua kakas ini mampu mendeteksi pengubahan gambar namun tidak sampai mendeteksi pemalsuan gambar (*image faking*). Kedua kakas ini menggunakan metode pendeteksian yang cukup spesifik sehingga hanya terbatas pada format JPG dan PNG.

Karena itu diajukan pembuatan kakas untuk mendeteksi pemalsuan gambar dengan metode umum yang tidak bergantung pada format yaitu *Illuminant Color* dengan menggunakan klasifikasi Jaringan Saraf Tiruan.

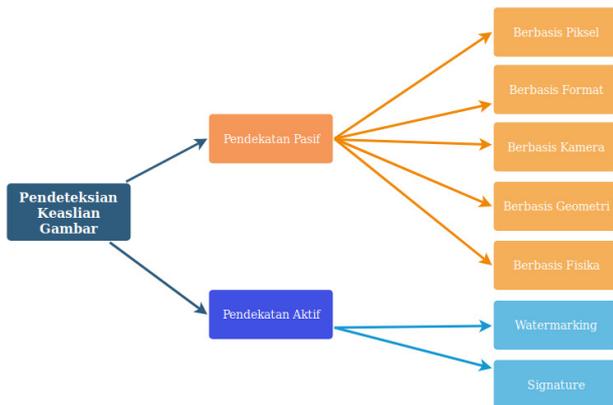
II. STUDI LITERATUR

A. Pendekatan dalam Pendeteksian Keaslian Gambar

Terdapat dua pendekatan dalam pendeteksian gambar yaitu pendekatan aktif dan pendekatan pasif. Pada pendekatan aktif kita perlu melakukan pra-pemrosesan pada gambar seperti menambahkan *watermark* atau *signature*. Sementara untuk pendekatan pasif tidak perlu melakukan pra-pemrosesan sama sekali pada gambar untuk dilakukan pendeteksian. Beberapa contoh pendekatan pasif adalah pendeteksian berbasis piksel, berbasis format, berbasis kamera, berbasis geometri, dan yang terakhir berbasis fisika [2]. Pendekatan pada pendeteksian keaslian gambar dapat dilihat pada gambar 2.

Masing-masing pendekatan memiliki kelebihan dan kekurangan, pada pendekatan pasif kekurangannya adalah tidak semua gambar yang dideteksi telah mengalami pra-pemrosesan sehingga tidak semua gambar dapat digunakan pendekatan ini, kelebihanannya adalah pendekatan ini lebih

sederhana tanpa perlu komputasi yang rumit. Pada pendekatan pasif diperlukan komputasi yang rumit untuk pemrosesannya, meskipun kelebihanannya adalah seluruh jenis gambar dapat diproses secara pasif.



Gambar 2. Pendekatan Pendeteksian Keaslian Gambar

B. Metode *Illuminant Color*

Illuminant Color merupakan bagian dari pendeteksian berbasis fisika yang berfokus pada inkonsistensi pencahayaan pada gambar [3]. Pada metode ini dilakukan estimasi *Illuminant Color* untuk menghasilkan gambar *Illuminant Map*. Tiap kanal R,G, dan B diubah menjadi sebuah nilai estimasi yang akan mewakili nilai estimasi *Illuminant Color*. Nantinya *Illuminant Map* akan diekstraksi dengan *HOG Edge* untuk mendapatkan statistik gradien dari gambar tersebut.

C. Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Saraf Tiruan merupakan model yang bekerja dengan meniru sistem saraf biologi. Model ini mengadopsi beberapa sifat kerja saraf biologi [4] yaitu:

- Self-organization* dan kemampuan pembelajaran, maksudnya tidak perlu secara eksplisit membuat program JST cukup memberi masukan maka akan menghasilkan pembelajaran dengan sendirinya.
- Kemampuan generalisasi dan asosiasi data, setelah dilakukan pembelajaran JST secara otomatis mampu menyelesaikan permasalahan dari masalah sejenis.
- Fault tolerance*, artinya tidak menerima kegagalan meskipun salah satu neuron gagal sedikitpun.

Jaringan Saraf Tiruan sangat cocok untuk permasalahan yang menggunakan data latih yang berhubungan dengan *noise*, data sensor kompleks seperti input kamera dan mikrofon [5].

III. ANALISIS MASALAH DAN SOLUSI

Pada bab analisis masalah dan solusi terdapat beberapa bagian, dimulai dari penggunaan metode *Illuminant Color* dengan Jaringan Saraf Tiruan. Diakhiri dengan pengujian berdasarkan parameter yang digunakan pada saat pembuatan model pembelajaran, parameter tersebut adalah ukuran sel, ukuran blok, dan jumlah *hidden layer*.

A. Penentuan Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan dengan metode *Illuminant Color*

Penggunaan metode *Illuminant Color* pada Jaringan Saraf Tiruan dilakukan dengan menghasilkan model pembelajaran terlebih dahulu, yang kemudian model pembelajaran tersebut digunakan pada pendeteksian keaslian gambar. Sebelum dilakukan pembelajaran perlu ditentukan terlebih dahulu arsitektur Jaringan Saraf Tiruan yang akan digunakan, meliputi output layer, ukuran hidden layer, cara estimasi *Illuminant Color*.

1. Output Layer

Karena hasil dari klasifikasi adalah biner yaitu 0 atau 1 maka hanya perlu 1 neuron pada *output layer*.

2. Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi yang digunakan adalah sigmoid untuk mendukung keluaran yang hasilnya 0 dan 1.

3. Ukuran *Hidden Layer*

Ukuran hidden layer bergantung pada masukan pengguna sehingga perlu ditentukan bagaimana menentukan jumlah neuron pada masing-masing *hidden layer*. Cara yang digunakan adalah dengan menghitung rasio geometri sebagai acuan jumlah neuron pada *hidden layer*.

$$r = (\text{nbrINP} \times \text{nbrOUT})^{1/(n+1)} \quad (1)$$

Persamaan (1) dapat dibaca bahwa rasio antar layer (r) adalah akar jumlah layer (n) ditambah dengan satu dari hasil kali jumlah neuron pada *input layer* (nbrINP) dan *output layer* (nbrOUT). Sehingga apabila kita memiliki 8 neuron *input layer* dan 1 neuron pada *output layer* dengan 2 *hidden layer*, maka rasio yang dihasilkan adalah akar 3 dari 8 yaitu 2. Sehingga untuk *hidden layer* ke- i akan memiliki jumlah neuron sebanyak jumlah neuron *input layer* dibagi rasio pangkat i .

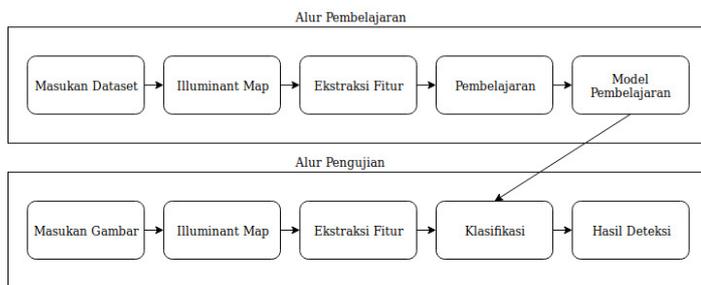
4. Cara estimasi *Illuminant Color*

Ada dua kandidat cara estimasi yang bisa digunakan yaitu *Greyscale* dan *Max-RGB*. Untuk memilih cara estimasi *Illuminant Color* digunakan pengujian dengan menguji akurasi dan presisi dari *Greyscale* dan *Max-RGB*. Untuk melakukan pengujian diperlukan persiapan 200 dataset berupa 100 gambar asli dan 100 gambar palsu yang terdiri berbagai tipe data (JPEG, PNG, BMP, TIF). Dari 100 gambar palsu terdapat 50 yang merupakan *copy-move* dan 50 merupakan *image splicing*. Parameter ukuran sel berukuran 16x16 piksel, ukuran blok 1x1 sel dengan jumlah *hidden layer* adalah 5, dan menggunakan epoch sebanyak 100.

Hasil dari pengujian didapatkan bahwa estimasi menggunakan *greyscale* menghasilkan akurasi sebesar 93,3% dan presisi dari skor AUC sebesar 0,765. Sementara estimasi menggunakan *max-rgb* menghasilkan akurasi sebesar 95,63% dengan presisi skor AUC sebesar 0,71. Sehingga ditetapkan estimasi *Illuminant Color* akan menggunakan *greyscale* dikarenakan presisi yang lebih baik dibandingkan dengan *max-rgb*. Presisi ini menunjukkan bahwa hasil pendeteksian dari model yang dihasilkan semakin mengarah pada label yang dituju yaitu 0 untuk palsu dan 1 untuk asli.

B. Pembelajaran dan Pengujian

Pada gambar 3 diperlihatkan bagaimana alur pada pembelajaran dan pengujian untuk menentukan status keaslian gambar.



Gambar 3. Alur Pembelajaran dan Pengujian

Pada proses pembelajaran alur yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Masukan Dataset

Dataset yang digunakan sebanyak 400 dataset terdiri dari berbagai format (JPEG, PNG, TIF, BMP). Terdiri dari 200 gambar asli dan 200 gambar palsu. Gambar palsu terdiri 100 *image splicing* dan 100 *copy-move*.

2. Pembuatan Illuminant Map

Setiap gambar yang menjadi masukan akan di-resize menjadi berukuran 320x320 piksel untuk memudahkan dalam pembagian saat menggunakan ukuran sel dan blok sehingga seluruh gambar memiliki jumlah fitur yang sama. Kemudian gambar akan diestimasi setiap pikselnya diwakili oleh satu nilai *greyscale* yang kemudian menghasilkan gambar *Illuminant Map*.

3. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur menggunakan HOG Edge untuk menghasilkan fitur statistik gradien dari setiap gambar masukan. Jika ukuran sel yang menjadi masukan pengguna adalah 16 maka artinya pengguna menggunakan sel berukuran 16x16 piksel, yang berarti akan terdapat 400 sel yang dihasilkan. Ukuran blok juga merupakan masukan pengguna jika ukuran blok adalah 1 berarti pengguna memilih ukuran 1x1 sel. Sehingga dengan 8 gradien maka jumlah fitur yang dihasilkan adalah sebesar 3200 fitur.

4. Pembelajaran

Pada pembelajaran dibentuk sebuah model dengan parameter masukan dari pengguna berupa jumlah *epoch* dan jumlah *hidden layer*.

5. Model Pembelajaran

Model pembelajaran ini akan disimpan dalam basis data untuk digunakan dalam pendeteksian keaslian gambar atau dihapus oleh pengguna.

Pada proses pembelajaran alur yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Masukan Gambar

Gambar masukan yang dapat dideteksi tidak bergantung pada format. Gambar tersebut bisa berstatus asli atau palsu untuk pengujian, namun untuk pendeteksian keaslian akan menentukan status gambar tersebut dari hasil keluaran.

2. Pembuatan Illuminant Map

Gambar masukan akan di-*resize* menjadi ukuran 320x320 piksel. Kemudian setiap pikselnya akan diestimasi menjadi *greyscale*.

3. Ekstraksi Fitur

Kemudian ukuran ini akan dibagi menjadi sejumlah sel bergantung pada ukuran sel pada model yang digunakan untuk pendeteksian. Jika model yang digunakan menggunakan ukuran sel 16x16 piksel dan ukuran blok 1x1 sel. Maka akan ada 400 sel atau blok yang akan menghasilkan fitur sebanyak 3200 buah.

4. Klasifikasi

Hasil ekstraksi fitur akan dimasukkan pada model yang digunakan untuk mendeteksi keaslian gambar. Jumlah *hidden layer* dan *epoch* menjadi masukan pengguna.

5. Hasil Deteksi

Hasil dari deteksi keaslian gambar adalah asli bernilai 1 atau palsu bernilai 0. Gambar yang dimasukkan dikategorikan lebih dekat terhadap label 0 atau 1.

C. Kakas Pendeteksian Keaslian Gambar

Kakas yang dibuat harus memiliki fungsi utama sebagai berikut:

1. Pendeteksian Keaslian Gambar

Fungsi ini dibutuhkan agar pengguna dapat mendeteksi keaslian gambar dengan masukan sebuah gambar. Fungsi ini merupakan fungsi utama dari kakas ini.

2. Pemodelan Pembelajaran Mesin

Fungsi ini dibutuhkan untuk membuat model pembelajaran sebanyak-banyaknya sehingga dapat dipilih model mana yang akan digunakan dalam pendeteksian keaslian gambar dengan akurasi yang baik.

3. Manajemen Versi Model Pembelajaran

Fungsi ini menjamin pengguna dapat menghapus model yang sudah tidak dibutuhkan dan memilih model mana yang akan digunakan.

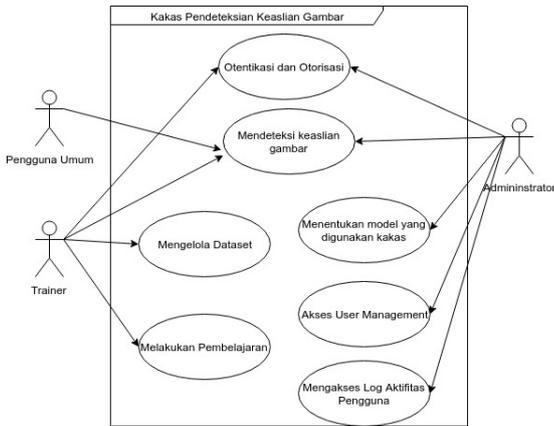
4. Pengelolaan Dataset

Fungsi ini digunakan untuk memperkaya bank dataset pada kakas, karena pembelajaran selalu membutuhkan data yang bertambah setiap saat.

5. Otentikasi dan Otorisasi Pengguna

Fungsi ini menjamin hanya pengguna yang terotentikasi yang mampu membuat model dan mengatur kakas.

Use case kakas yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Use Case Kakas Pendeteksian Keaslian Gambar

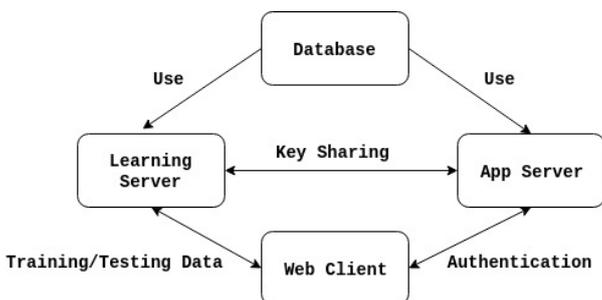
Pada use case di atas, terdapat 3 role dalam kakas yaitu sebagai pengguna umum, trainer, dan admin. Pengguna umum hanya mampu mengakses satu fungsi yaitu untuk mendeteksi keaslian gambar. Trainer dapat menambahkan model, dataset, dan juga menghapus model atau dataset yang tidak diperlukan lagi. Admin bertugas untuk menambahkan pengguna baru, memantau aktivitas pengguna, dan menentukan model pembelajaran yang digunakan pada kakas.

IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pada bagian ini akan dibahas mengenai implementasi dan pengujian.

A. Implementasi

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah kakas yang mampu mendeteksi keaslian gambar. Untuk menghasilkan kakas pendeteksian keaslian gambar dibutuhkan arsitektur yang cocok dalam sebagai arsitektur *client-server*. Sehingga dibuat arsitektur kakas seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Arsitektur Kakas Pendeteksian Keaslian Gambar

Penjelasan mengenai arsitektur kakas adalah sebagai berikut:

1) *Database*: basis data yang digunakan adalah MongoDB untuk menyimpan model pembelajaran dalam bentuk JSON. Model pembelajaran ini tidak memiliki skema yang tetap atau selalu berubah-ubah sehingga penggunaan basis data NoSQL sangat dibutuhkan.

2) *App Server*: server ini menggunakan NodeJS dan ExpressJS dan merupakan sebuah API untuk mengatur otentikasi dan otorisasi.

3) *Learning Server*: ini adalah bagian paling penting dalam arsitektur yang akan melakukan pembelajaran dan pendeteksian keaslian gambar. Server ini dibuat terpisah karena pembelajaran mesin menyita banyak sumber daya pada komputer. Teknologi yang digunakan pada server ini adalah Python sebagai bahasa pemrograman, Flask API sebagai platform untuk *web service*, TensorFlow sebagai *backend* pemrosesan Jaringan Saraf Tiruan, Keras sebagai *library* untuk membuat model Jaringan Saraf Tiruan, dan Scikit Image sebagai *library* untuk pemrosesan gambar.

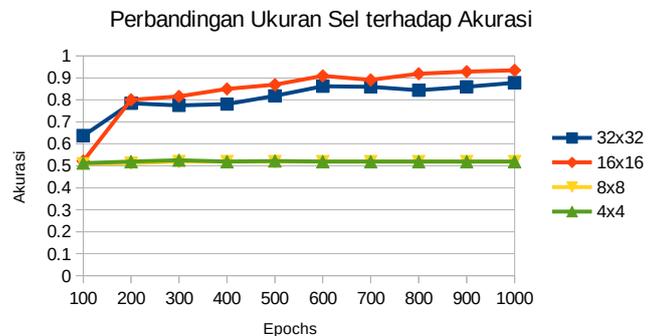
4) *Web Client*: bagian arsitektur ini digunakan untuk menyediakan tampilan terhadap pengguna. Menggunakan teknologi ASP.NET Webform.

B. Pengujian

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian akurasi terhadap beberapa parameter yaitu ukuran sel, ukuran blok, dan ukuran *hidden layer*. Pengujian tersebut dilakukan dengan membuat berbagai model dengan variasi nilai dari parameter diatas.

Berikut hasil pengujiannya:

1. Perbandingan akurasi pada berbagai ukuran sel

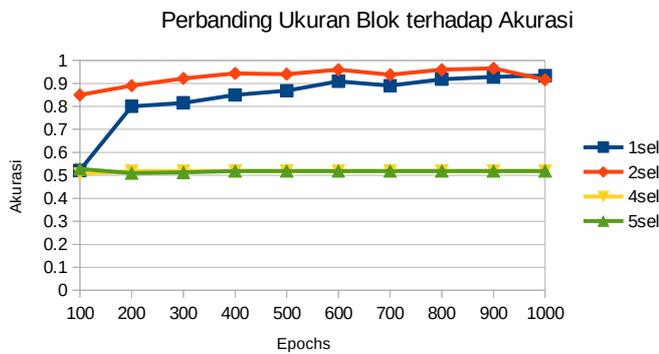


Gambar 6. Perbandingan ukuran sel terhadap akurasi

Pada gambar 6 terlihat bahwa akurasi ukuran sel 16x16 piksel paling mendominasi dibandingkan ukuran sel lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pada ukuran 16x16 cukup baik dalam merepresentasikan statistik gradien pada gambar. Sementara terdapat ukuran sel 8x8 dan 4x4 piksel yang konvergen pada akurasi 52% menunjukkan bahwa pada ukuran piksel tersebut model gagal melakukan pembelajaran.

2. Perbandingan akurasi pada berbagai ukuran blok

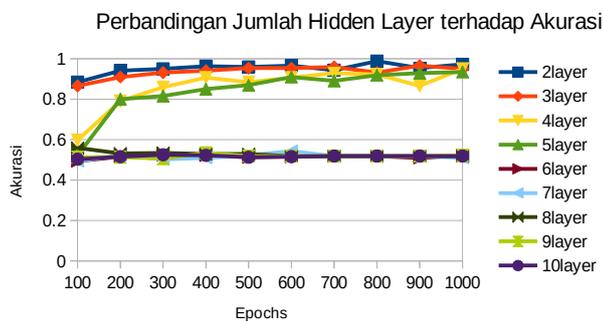
Ukuran blok menunjukkan keterhubungan antar sel dengan sel tetangganya, karena blok mengelompokkan beberapa sel menjadi satu kesatuan yang kemudian digunakan untuk mengumpulkan statistik gradien dari blok tersebut.



Gambar 7. Perbandingan ukuran blok terhadap akurasi

Pada gambar 7 terlihat bahwa blok dengan ukuran 1 dan 2 mendominasi akurasi hasil pembelajaran. Namun peningkatan pada blok berukuran 1 selalu konsisten sehingga dapat menjadi yang paling tinggi akurasinya saat menyentuh epoch ke-1000. Ukuran blok 1x1 sel mendominasi, ini menunjukkan bahwa keterhubungan antar sel sangat tidak relevan dalam pembelajaran dalam hal meningkatkan akurasi. Hasil menunjukkan bahwa ukuran blok 4x4 sel dan 5x5 sel gagal melakukan pembelajaran.

3. Perbandingan akurasi pada berbagai jumlah *hidden layer*



Gambar 8. Perbandingan jumlah hidden layer terhadap akurasi

Pada pengujian akurasi berdasarkan jumlah *hidden layer* hanya jumlah *layer* di bawah 6 saja yang mampu menghasilkan akurasi yang baik, sementara jika jumlah *layer* adalah 6 atau lebih maka akurasinya akan konvergen di sekitar 50%. Sementara akurasi paling tinggi didapatkan dengan jumlah *hidden layer* sebanyak 2.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dihasilkan adalah penggunaan metode *Illuminant Color* dapat digunakan dengan memilih cara estimasi *Illuminant Color* yang tepat (dalam penelitian ini antara *Grey-World* dengan *Max-RGB*). Penggunaan Jaringan Saraf Tiruan dapat digunakan dengan menggunakan masukan hasil ekstraksi *Illuminant Map* dengan *HOG Edge* untuk mendapatkan statistik gradiennya.

Akurasi dari hasil pembelajaran bergantung pada parameter model yang digunakan, namun presisi hasil skor AUC dari pembelajaran rata-rata 50% yang berarti model hasil pembelajaran tidak dapat memprediksi akurat pada label 0 atau 1. Untuk mendapatkan akurasi maksimum diperlukan ukuran sel dengan ukuran 16x16 piksel. Ukuran sel 8x8 dan 4x4 piksel hanya membuat model gagal dalam melakukan pembelajaran. Ukuran blok untuk mendapatkan akurasi maksimum adalah 1x1 sel, yang berarti bahwa keterhubungan antar sel dapat memperburuk akurasi hasil pembelajaran. Jumlah 2 hidden layer menghasilkan akurasi yang paling maksimum. Jumlah hidden layer terlalu banyak dapat membuat model gagal dalam melakukan pembelajaran.

Saran untuk mendapatkan akurasi maksimum lebih baik menggunakan jumlah *hidden layer* yang sedikit dengan membandingkan pada jumlah *hidden layer* dari yang paling rendah. Penggunaan ekstraksi HOG untuk mendapatkan fitur dari *Illuminant Map* lebih baik menggunakan ukuran blok 1x1 sel dengan ukuran sel yang cukup besar dengan membandingkan bilangan faktor dari tinggi atau lebar ukuran gambar.

REFERENCES

- [1] Mankar, S. K., & Gurjar, P. A. a. (2015). *Image Forgery Types and Their Detection: A Review*. 5(4), 174–178.
- [2] Piva, A. (2013). *An Overview on Image Forensics*. 2013.
- [3] Riess, C., & Angelopoulou, E. (2010). Scene illumination as an indicator of image manipulation. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 6387 LNCS, 66–80. https://doi.org/10.1007/978-3-642-16435-4_6
- [4] Kriesel, D. (2005). A Brief Introduction to Neural Networks. In *Retrieved August*. [https://doi.org/10.1016/0893-6080\(94\)90051-5](https://doi.org/10.1016/0893-6080(94)90051-5)
- [5] Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning*. In *McGraw-Hill*. <https://doi.org/10.1145/242224.242229>