

# Perancangan Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Pedeteksi Keaslian Uang Kertas

Selly Annisa<sup>1)</sup>, Zulkarnain Lubis<sup>2)</sup>, Ayu Najmita<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Pasca Sarjana UMSU; [sellyannisalubis@gmail.com](mailto:sellyannisalubis@gmail.com)

<sup>2)</sup> Fakultas Teknik ITM; [dr.zulkarnainlubis@itm.ac.id](mailto:dr.zulkarnainlubis@itm.ac.id)

<sup>3)</sup> Fakultas Sains dan Teknologi UINSU; [ayumatematika1@gmail.com](mailto:ayumatematika1@gmail.com)

## Abstrak

Uang kertas Rupiah didefenisikan sebagai alat tukar yang dapat diterima secara umum terbuat dari kertas yang dikeluarkan Bank Indonesia. Uang kertas rupiah sangat berperan penting untuk transaksi keuangan. Pemalsuan Uang adalah upaya atau tindakan memalsukan mata uang dengan mencetak uang yang mirip dengan aslinya. Dengan adanya permasalahan tersebut dibuat suatu aplikasi pendeteksi keaslian uang dengan memanfaatkan pola ciri khusus keamanan uang. Ciri khusus keamanan uang ada berbagai macam salah satunya yaitu pola tanda air (*watermark*) dan *invisible ink*. Pola dari *watermark* dan *invisible ink* akan dirubah dari citra warna menjadi citra hitam putih. Algoritma *backpropagation* biasa digunakan untuk pengujian suatu pola. Aplikasi pada sistem ini memanfaatkan pola yang ada pada *watermark* dan *invisible ink* sebagai bahan input untuk dilatih dan dipelajari dengan metode algoritma *backpropagation*. Bobot hasil pelatihan pada *backpropagation* akan menjadi data yang akan dicocokkan pada pola data uang kertas yang akan diidentifikasi keasliannya. Hasil dari identifikasi keaslian uang pada aplikasi ini yaitu sebuah pernyataan asli atau palsu serta dapat mengenal jenis uang kertas yang sedang dideteksi.

**Kata Kunci :** Uang Kertas, Pemalsuan Uang, Citra, Jaringan Saraf Tiruan, Algoritma *Backpropagation*.

## I. PENDAHULUAN

Tindak kejahatan pemalsuan uang dari hari ke hari semakin tinggi di berbagai daerah di Indonesia. Kurangnya ketelitian masyarakat dalam membedakan uang palsu dengan yang asli dimanfaatkan sebagian oknum yang dengan sengaja mencetak dan menyebarkan uang palsu ke masyarakat. Apalagi pada hari-hari besar nasional seperti hari raya agama, tahun baru dan lain-lain, dimana pertukaran uang dari satu orang ke orang lain menjadi tidak terkendali.

Hal ini diketahui dari berita-berita yang beredar di media visual dan media cetak yang mengabarkan bahwa beberapa orang tertangkap karena dengan sengaja mencetak dan menyebarkan uang palsu. Maka perlu perhatian khusus dari segala pihak untuk mengurangi atau menghilangkan tindak kejahatan pemalsuan uang di masyarakat.

Keaslian uang dapat dikenali melalui ciri-ciri yang terdapat pada bahan yang digunakan untuk membuat uang (Kertas, Plastik, atau Logam), desain dan warna, maupun pada teknik pencetakan uang tersebut. Dalam penetapan ciri-ciri uang dianut suatu prinsip bahwa semakin besar nilai nominal uang maka semakin banyak unsur pengamanan (*Security Features*) dari uang tersebut.

Berdasarkan ciri-ciri uang di atas, maka dilakukan penelitian untuk memeriksa keaslian uang kertas melalui aplikasi yang akan dibuat dengan sistem pengenalan uang didasarkan pada serangkaian pola/gambar pada uang kertas menggunakan jaringan syaraf tiruan (JST) dan menggunakan metode algoritma *backpropagation*.

Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang di desain dengan menirukan cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan suatu masalah dengan melakukan proses belajar melalui perubahan bobot sinapsisnya. Jaringan syaraf tiruan biasanya digunakan untuk alat pemecahan masalah terutama di bidang yang melibatkan pengelompokan dan pengenalan pola

*Backpropagation* merupakan salah satu metode pembelajaran jaringan syaraf tiruan yang membandingkan output yang diperoleh jaringan dengan target yang telah ditetapkan untuk menghitung *error*. Jaringan kemudian merambatkan *error* tersebut ke lapisan sebelumnya untuk mendapatkan koreksi bobot yang akan menghasilkan output yang diharapkan.

### 1.1 Perumusan Masalah

Adapun masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang aplikasi komputer yang menerapkan metode algoritma *backpropagation* jaringan syaraf tiruan untuk mendeteksi keaslian uang kertas melalui ciri khusus keamanan uang yaitu pola *watermark* dan *invisible ink*.
2. Bagaimana mengenali suatu pola nominal pada uang, khususnya uang kertas rupiah melalui pola tanda air (*watermark*) dan cetakan tidak kasat mata (*invisible ink*).

### 1.2 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Pola uang di ambil dari uang kertas asli keluaran Bank Indonesia.
2. Kamera handphone digunakan hanya sebagai alat bantu untuk pengambilan pola citra uang kertas.
3. *Cropping* dilakukan pada bagian ciri khusus keamanan uang kertas yaitu pada bagian *watermark* dan *invisible ink*.
4. Metode jaringan syaraf tiruan yang dipakai adalah Algoritma *Backpropagation*.
5. Aplikasi keaslian uang kertas dengan metode algoritma *Backpropagation* ini akan di buat menggunakan *software* Visual Studio 2012 dengan bahasa pemrograman *visual basic*.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membuat suatu aplikasi yang dapat dipergunakan sebagai alat bantu untuk mendeteksi keaslian uang kertas dan meminimalisir tindak kejahatan dalam pemalsuan uang.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Membantu masyarakat untuk mengenali keaslian uang dengan sebuah aplikasi.
2. Mengurangi tindak kejahatan pemalsuan uang.
3. Membantu Bank Indonesia mencegah pemalsuan uang.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Citra

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan atau imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpan (Darma Putra, 2010).

#### 2.1.1 Pengolahan Citra Digital

Secara umum, pengolahan citra digital menunjuk pada pemrosesan gambar 2 dimensi menggunakan komputer. Dalam konteks yang lebih luas, pengolahan citra digital mengacu pada pemrosesan setiap data 2 dimensi. Citra digital merupakan sebuah larik (array) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang mempresentasikan dengan deretan bit tertentu (Darma Putra, 2010).

Pengolahan citra digital adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari hal-hal berkaitan dengan perbaikan kualitas gambar (peningkatan kontras, transformasi warna, restorasi citra), transformasi gambar (rotasi, translasi, skala, transformasi geometrik), melakukan pemilihan citra ciri (*feature images*) yang optimal untuk tujuan analisis, melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi objek atau pengujian objek terkandung pada citra, melakukan kompresi atau reduksi data

untuk tujuan penyimpanan data, transmisi data, dan waktu proses data. *Input* dari pengolahan citra adalah citra, sedangkan *outputnya* adalah citra hasil pengolahan.

#### 2.1.2 Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Tujuan akuisisi citra adalah untuk menentukan data yang diperlukan dan memilih metode perekaman citra digital. Tahap ini dimulai dari objek yang akan diambil gambarnya, persiapan alat-alat sampai pada pencitraan. Pencitraan adalah kegiatan transformasi dari citra tampak (foto, gambar, lukisan, patung, pemandangan, dan lain-lain) menjadi citra digital misalnya melalui kamera digital, *scanner*, dan kamera konvensional.

### 2.2 Preprocessing

Teknik *preprocessing* digunakan untuk mempersiapkan citra agar dapat menghasilkan citra yang lebih baik pada tahap pemisahan proses pengujian pola. Teknik pra-pemrosesan sangat berkaitan dengan pengujian pola. Pengujian pola secara umum merupakan suatu ilmu yang mengklasifikasikan atau menggambarkan sesuatu berdasarkan pengukuran kuantitatif ciri atau sifat dari objek. Pola sendiri merupakan suatu entitas yang terdefinisi dan dapat diidentifikasi dan diberi nama. Salah satu contoh dari pola yaitu sidik jari. Pola merupakan kumpulan dari hasil pengukuran atau pemantauan dan dapat dinyatakan dalam notasi vector atau matriks (Putra, 2010).

#### 2.2.1 Cropping

*Cropping* pada pengolahan citra berarti memotong satu bagian citra sehingga diperoleh citra yang diharapkan. Ukuran pemotongan citra tersebut berubah sesuai dengan ukuran citra yang diambil. *Cropping* dilakukan pada koordinat (x,y) sampai pada koordinat (m,n). Oleh karena itu, pertama kali yang harus dilakukan adalah menentukan koordinat-koordinat tersebut. Misalnya koordinat  $X_L$ ,  $Y_T$ ,  $X_R$ , dan  $Y_B$  dimana x memiliki koordinat  $X_L$  sampai  $X_R$  ( $X_L < x < X_R$ ) dengan selang  $[X_L, X_R]$  dan y memiliki koordinat  $Y_T$  sampai  $Y_B$  ( $Y_T < y < Y_B$ ) dengan selang  $[Y_T, Y_B]$  didapat ( $X_L, Y_T$ ) adalah koordinat titik sudut kiri atas dan ( $X_R, Y_B$ ) adalah koordinat titik sudut kanan bawah maka ukuran pemotongan citra dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$w' = (X_R - X_L) + 1 \dots\dots\dots (2.1)$$

$$h' = (Y_B - Y_T) + 1 \dots\dots\dots (2.2)$$

di mana :

$w'$  = ukuran lebar citra hasil *cropping*

$h'$  = ukuran tinggi citra hasil *cropping*

#### 2.2.2 Penskalaan Citra (*Scaling*)

Penskalaan merupakan proses pembesaran atau pengecilan objek. Jika titik  $x' = Sx$  dan  $y' =$

SyY, maka dapat dikatakan bahwa P mengalami proses penskalaan ke P'. Notasi matriks dari penskalaan adalah sebagai berikut (Harianja, 2010):

$$P' \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Sx & 0 \\ 0 & Sy \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2.3)$$

**2.2.3 Konversi RGB ke Grayscale**

Sebuah citra berwarna mempunyai 3 layer matriks, yakni layer warna *Red, Green, Blue*. Dengan demikian bila proses perhitungan dilakukan menggunakan tiga layer, berarti diperlukan tiga kali perhitungan yang sama. Ini artinya waktu proses lebih lama. Dengan demikian, konsep dengan mengubah 3 layer RGB menjadi 1 layer matriks *grayscale*, akan menghemat waktu pemrosesan dan kebutuhan memori.

Secara umum untuk mengubah citra berwarna yang memiliki matriks masing-masing R, G, B menjadi citra *grayscale* dengan nilai s, dapat dilakukan mengambil rata-rata dari nilai R, G, dan B, sehingga dapat dituliskan dengan rumus :

$$S = \frac{R+G+B}{3} \dots\dots\dots (2.4)$$

Di mana :

S = citra *grayscale*

R = *red* (warna merah)

G = *green* (warna hijau)

B = *blue* (warna biru)

**2.3 Jaringan Syaraf Tiruan**

Jaringan syaraf tiruan (JST) atau *neural network* adalah paradigma pengolahan yang terinspirasi oleh sistem saraf secara biologis, seperti proses informasi pada otak manusia. Elemen kunci dari paradigma ini adalah struktur dari sistem pengolahan informasi yang terdiri dari sejumlah besar elemen pemrosesan yang saling berhubungan (*neuron*), bekerja serentak untuk menyelesaikan masalah tertentu. Cara kerja jaringan syaraf tiruan seperti cara kerja manusia, yaitu belajar melalui contoh. Sebuah jaringan syaraf tiruan dikonfigurasi untuk aplikasi tertentu, seperti pengenalan pola atau klasifikasi data, melalui proses pembelajaran. Belajar dalam sistem biologis melibatkan penyesuaian terhadap koneksi *synaptic* yang ada antara neuron. Hal ini berlaku juga untuk jaringan syaraf tiruan (sutojo, 2010).

**2.3.1 Komponen Jaringan Syaraf Tiruan**

Dalam meniru sistem jaringan biologis maka sistem jaringan syaraf tiruan memiliki karakteristik utama, yaitu:

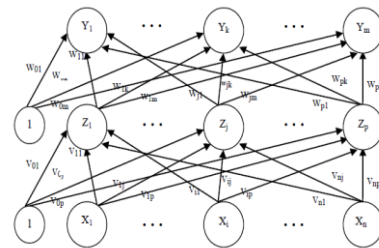
1. Arsitektur jaringan : merupakan pola keterhubungan antara *neuron*. Keterhubungan *neuron-neuron* inilah yang membentuk suatu jaringan.
2. Algoritma jaringan : merupakan metode untuk menentukan bobot hubungan

Fungsi aktivasi : merupakan fungsi untuk menentukan nilai keluaran berdasarkan nilai total masukan pada *neuron*.

**2.3.2 Arsitektur Jaringan Backpropagation**

Di dalam jaringan propagari balik, setiap unit berada di lapisan input terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi. Hal serupa berlaku pula pada lapisan tersembunyi. Setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan output. Jaringan saraf tiruan propagasi balik terdiri dari banyak lapisan (multilayer neural networks) :

1. Lapisan Input.
2. Lapisan input terdiri dari neuron-neuron atau unit-unit input, mulai dari unit input 1 sampai unit input n.
3. Lapisan Tersembunyi.
4. Lapisan tersembunyi terdiri dari unit-unit tersembunyi mulai dari unit tersembunyi 1 sampai unit tersembunyi p.
5. Lapisan Output.
6. Lapisan output terdiri dari unit-unit output mulai dari unit output 1 sampai unit output m.



**Gambar 1. Arsitektur jaringan backpropagation dengan satu lapisan tersembunyi**  
(Drs. Jong Jek Siang, 2006)

**2.3.3 Fungsi Aktivasi Backpropagation**

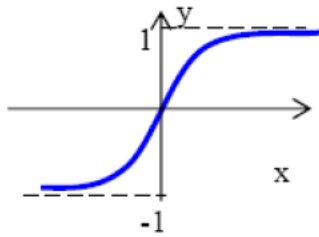
Dalam *backpropagation*, fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi syarat yaitu: kontinu, terdiferensial dengan mudah, dan merupakan fungsi yang tidak turun. Salah satu fungsi yang memenuhi syarat tersebut sehingga dipakai adalah fungsi sigmoid bipolar yang memiliki *range* (-1,1).

$$y = f(x) = \frac{2}{1 + e^{-x}} - 1$$

dengan  $f'(x) = \frac{[1+f(x)][1-f(x)]}{2}$

Fungsi sigmoid memiliki nilai maksimum = 1. Maka untuk pola yang targetnya lebih besar dari 1, pola masukan dan keluaran harus terlebih dahulu ditransformasi sehingga semua polanya memiliki *range* yang sama seperti fungsi sigmoid yang dipakai. Alternatif lain adalah menggunakan fungsi aktivasi sigmoid hanya pada layar yang bukan layar keluaran. Pada layar keluaran fungsi aktivasi yang dipakai adalah fungsi identitas:

$$F(x) = x$$



**Gambar 2. Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar**  
(Diyah Puspitaaningrum, 2006)

### III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

#### 3.1 Analisis Sistem

Analisis sistem merupakan suatu tahapan yang mana dilakukan untuk membantu memahami sesuatu yang dibutuhkan sistem. Hal ini dimaksud untuk membuat sistem tersebut mengetahui permasalahan-permasalahan yang ada sehingga nantinya dapat membantu di dalam proses perancangan model suatu sistem yang nantinya akan diimplementasikan.

#### 3.2 Analisis Masalah

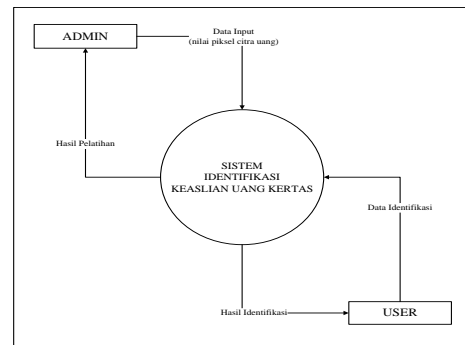
Uang Rupiah memiliki manfaat sebagai sesuatu yang tersedia dan secara umum dapat diterima untuk alat pembayaran bagi pembelian barang-barang dan jasa-jasa, alat pembayaran hutang, alat penimbun kekayaan, alat pemindah kekayaan serta sebagai alat pendorong kegiatan ekonomi.

Pendeteksian keaslian uang merupakan salah satu permasalahan yang menerapkan metode klasifikasi pola citra uang sebagai input ke dalam satu kategori output dari beberapa fitur output yang telah ditetapkan sebelumnya.

Dalam permasalahan pendeteksian keaslian uang, input adalah berupa gambar di bagian ciri khusus keamanan uang yaitu pola *watermark* dan *invisible ink* yang diambil dari kamera *handphone* serta output berupa pernyataan keadaan apakah objek yang di deteksi merupakan uang asli atau tidak. Pendeteksian ini bertujuan untuk menentukan apakah objek yang di deteksi merupakan uang asli atau uang palsu berdasarkan bobot dari uang yang sudah dilatih sebelumnya.

#### 3.3 Diagram Konteks

Diagram konteks adalah penggambaran semua elemen-elemen yang terlihat dalam suatu sistem dan elemen-elemen yang terlibat dalam suatu sistem arus data yang masuk ke dalam sistem dan luar sistem digambarkan dengan jelas. Berikut ini adalah diagram konteks yang diusulkan pada sistem keaslian uang kertas menggunakan jaringan saraf tiruan *backpropagation*:



**Gambar 3. Diagram Konteks**

Diagram konteks di atas adalah gambaran aliran informasi dan transformasi data pada keseluruhan proses secara garis besar. Dalam diagram konteks di atas admin dari sistem identifikasi keaslian uang akan memasukkan data input berupa pola citra uang untuk diproses dalam sistem pelatihan, kemudian akan diperoleh hasil dari pelatihan yang sudah diproses di dalam sistem berupa data bobot dan bias akhir. Sedangkan user dalam sistem ini akan melakukan identifikasi keaslian uang dengan memasukkan data identifikasi berupa pola citra uang untuk diproses dalam sistem identifikasi, kemudian akan diperoleh hasil dari identifikasi yang sudah di proses di dalam sistem.

#### 3.4 Analisis Proses Sistem

Berikut ini merupakan tahapan dari proses yang dilakukan dalam penelitian ini:

##### 3.4.1 Pengambilan Citra

Pengambilan Citra dilakukan sebagai tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Pada tahap ini pengambilan citra uang kertas dilakukan dengan menggunakan sebuah kamera *handphone* dan memanfaatkan sinar lampu di belakang uang kertas untuk mendapatkan pola *watermark* dan *invisible ink* pada sebuah uang kertas rupiah.

##### 3.4.2 Processing Citra

###### 1. Proses *Cropping*

Proses *Cropping* dilakukan untuk memotong bagian sudut dari suatu gambar untuk mengambil sebagian isi dari gambar sehingga memperoleh hasil yang diharapkan. Dalam penelitian ini dilakukan *cropping* citra pada bagian *watermark* dan *invisible ink* sebagai tanda khusus dari setiap uang kertas. Jadi hasil dari pemotongan ciri khusus dari mata uang, ukurannya akan diubah menjadi 640x480 piksel. Hasil dari *cropping* tersebut akan menjadi data input untuk proses pelatihan dan identifikasi keaslian uang kertas rupiah.

###### 2. Konversi RGB ke *Grayscale*

Tahap processing selanjutnya adalah proses pengubahan citra RGB (*Red Green Blue*) menjadi *grayscale*. Secara matematis perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$f_0(x, y) = \frac{fR(x,y) + fG(x,y) + fB(x,y)}{3} \dots (3.1)$$

Setelah melakukan grayscale terhadap citra uang, sistem akan mengambil rata-rata warna terang dan gelap dari piksel yang sudah di grayscale pada ukuran 200x100 piksel untuk mendapatkan nilai input yang akan digunakan untuk proses pelatihan backpropagation. kemudian nilai rata-rata akan dibagi 100 untuk mendapatkan nilai input yang rendah, karena nilai error yang ditetapkan di bawah satu.

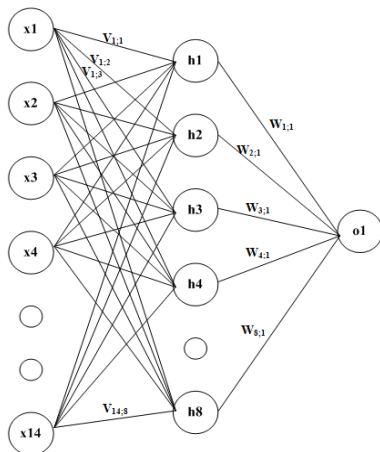
**3.4.3 Perancangan Arsitektur Jaringan**

Fungsi aktivasi yang akan digunakan pada jaringan backpropagation yang dibangun adalah fungsi aktivasi sigmoid biner. Fungsi aktivasi tersebut digunakan baik pada saat perhitungan unit pada lapisan tersembunyi maupun pada lapisan keluaran. Nilai tingkat pembelajaran atau learning rate yang dipilih adalah 0,3. Penggunaan learning rate yang rendah untuk mencegah terjadinya kebuntuan pada jaringan dimana jaringan terjebak pada local minimum. Arsitektur jaringan backpropagation identifikasi keaslian uang ini dibagi menjadi 2 tipe yaitu sebagai berikut:

1. Arsitektur jaringan identifikasi keaslian uang tipe watermark

Jaringan saraf tiruan yang akan dirancang dalam penelitian ini adalah jaringan propagasi balik (backpropagation). Arsitektur jaringan saraf tiruan terdiri dari lapisan input (input layer), lapisan tersembunyi (hidden layer), dan lapisan output (output layer).

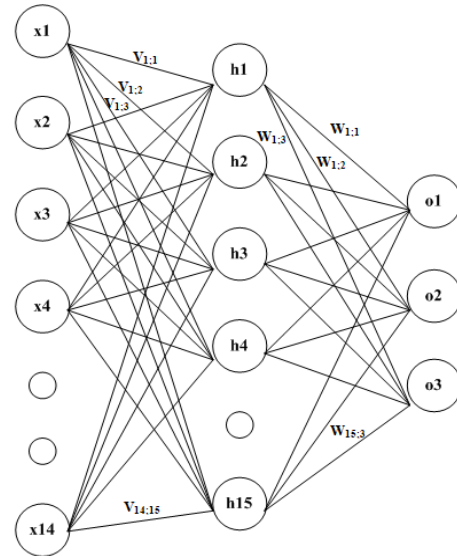
Jaringan backpropagation yang digunakan pada pengujian untuk tipe status ini memiliki arsitektur dengan jumlah unit di lapisan input berjumlah 14 unit. Untuk mengakomodasi jumlah atribut data input yang digunakan, lapisan tersembunyi dibangun menggunakan 8 unit hidden node dan lapisan keluaran terdiri dari 1 unit.



**Gambar 4. Arsitektur Jaringan backpropagation Identifikasi Keaslian Uang Tipe Status uang**

2. Arsitektur jaringan identifikasi keaslian uang tipe Invisible Ink

Jaringan backpropagation yang digunakan pada pengujian untuk tipe invisible ink ini memiliki arsitektur dengan jumlah unit input berjumlah 14 unit untuk mengakomodasi jumlah atribut data yang digunakan. Lapisan tersembunyi dibangun menggunakan 15 unit hidden node dan lapisan keluaran terdiri dari 3 unit.



**Gambar 5. Arsitektur Jaringan Backpropagation Identifikasi Keaslian Uang Tipe Nominal Uang**

Keterangan :

1. Input Node (x) = 14 Unit
2. Hidden Node (h) = 8 Unit watermark dan 15 Unit Invisible Ink
3. Output Node (o) = 1 Unit watermark dan 3 unit Invisible Ink

**3.5 Perancangan Flowchart Sistem**

Flowchart adalah penyajian sistematis tentang proses logika dari kegiatan penanganan informasi atau penggambaran secara grafis langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu program. Flowchart membantu analisis dan pemrogrammer untuk memecahkan masalah ke dalam segmen-segmen yang lebih kecil dan membantu dalam menganalisis alternatif-alternatif lain dalam pengoperasian.

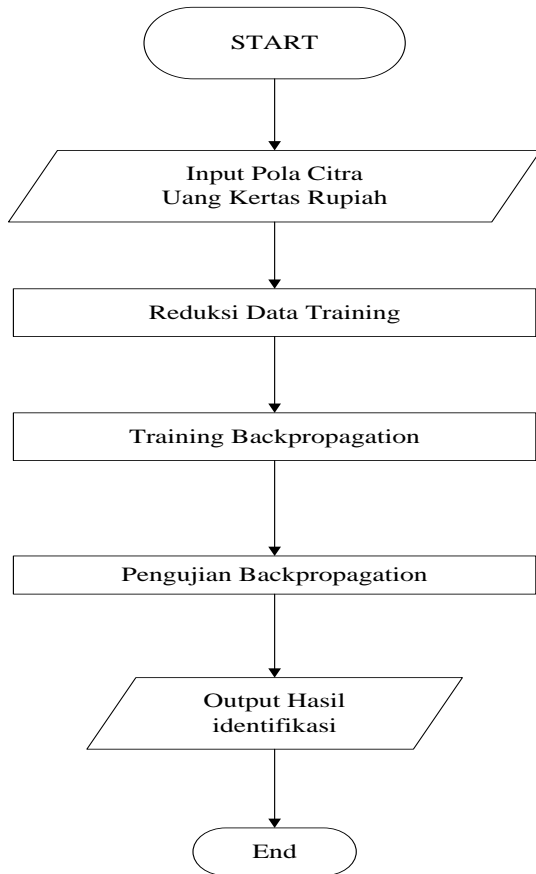
Sistem flowchart adalah urutan proses dalam sistem dengan menunjukkan alat media input, output serta jenis media penyimpanan dalam proses pengolahan data.

Program flowchart adalah suatu simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara detail dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program. Sedangkan pada flowchart ini

sendiri akan menjelaskan bagaimana proses-proses yang terjadi pada sistem untuk mendeteksi keaslian uang.

Berikut ini merupakan *flowchart* dari sistem untuk mendeteksi keaslian uang.

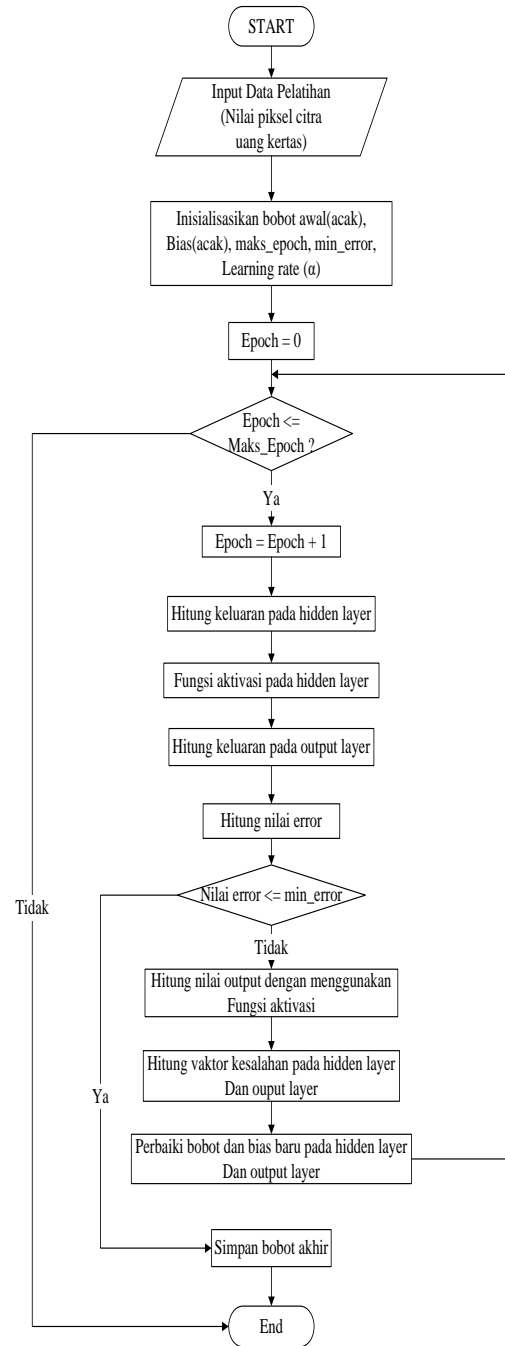
1. *Flowchart* sistem aplikasi deteksi keaslian uang dengan metode *backpropagation* :



**Gambar 6.** *Flowchart* Sistem aplikasi deteksi keaslian uang dengan metode *backpropagation*

*Flowchart* diatas menggambarkan bagaimana sistem dari aplikasi deteksi keaslian uang dengan *backpropagation* berjalan. Dalam sistem ini dimulai dengan memasukkan citra uang kertas rupiah kemudian sistem akan melakukan reduksi data untuk mendapatkan nilai piksel uang sebagai input untuk proses pelatihan. Setelah melakukan pelatihan kemudian dilakukan proses identifikasi untuk menentukan uang tersebut asli atau tidak. Proses identifikasi juga dapat mengenal jenis uang yang sedang dideteksi.

1. *Flowchart* pelatihan pada metode *Backpropagation* :



**Gambar 7.** *Flowchart* Pelatihan *Backpropagation*

*Flowchart* di atas menggambarkan bagaimana sistem pelatihan *backpropagation* berjalan. Sistem pelatihan dimulai dengan memasukkan data masukan dari citra uang kemudian melakukan inisialisasi bobot awal, bias, maksimal *epoch*, minimum *error*, dan *learning rate* ( $\alpha$ ). Setelah semua masukan ditentukan, maka sistem pelatihan akan berjalan dimulai dari *epoch* pertama. Jika *epoch* yang berjalan belum mencapai target maksimal *epoch* yang ditentukan maka sistem akan melanjutkan pelatihannya, sebaliknya jika *epoch* sudah melebihi batas maksimum *epoch* yang ditentukan maka sistem secara otomatis akan mengakhiri pelatihannya.

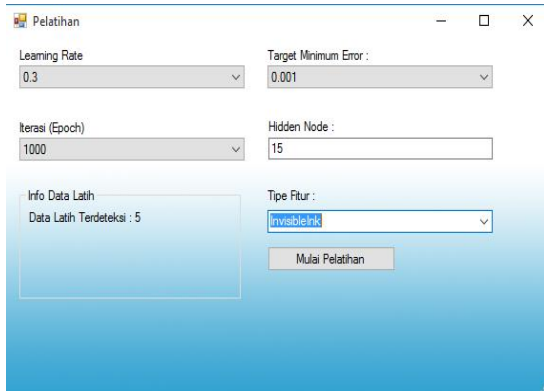


Sistem pelatihan akan berjalan sesuai dengan urutan-urutan proses pelatihan yang sudah ditentukan, karena hasil dari proses sebelumnya akan berpengaruh pada proses yang akan dijalankan berikutnya. Seperti pada *flowchart* diatas setelah *epoch* pertama berjalan, sistem akan melakukan perhitungan pada proses propagasi maju (*forward*) untuk mencari target *error* yang ingin dicapai. Jika target *error* belum sesuai seperti yang ditentukan maka proses akan berlanjut ke proses propagasi balik (*backward*) untuk mencari nilai bobot yang baru sebagai masukan untuk proses *epoch* yang berikutnya. Sebaliknya jika target *error* sudah sesuai atau melebihi dari target yang sudah ditentukan, maka nilai bobot yang terakhir akan disimpan kedalam tabel bobot yang ada di *database*. Setelah semua proses sudah dijalankan, maka sistem akan mengakhiri semua proses pada pelatihan jaringan *backpropagation*.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 1. Menu Training

Pada Menu *training* yang dapat mengaksesnya hanya *admin*, maka pada menu ini juga terdapat menu *login* seperti pada gambar 4.4 diatas. Setelah berhasil masuk akan tampil menu *training* seperti pada Gambar 8 berikut ini:

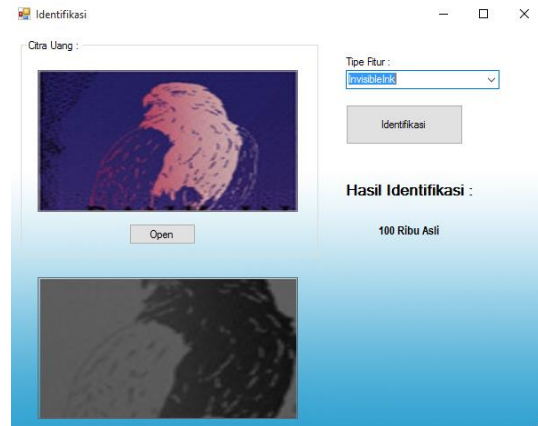


Gambar 8. Tampilan menu *training*

Menu *training* memiliki fungsi untuk melatih jaringan saraf *backpropagation*. Proses pelatihan jaringan membutuhkan beberapa parameter seperti jumlah iterasi (*epoch*), *learning rate* ( $\alpha$ ), target minimum *error*, *hidden node*, dan tipe fitur mana yang mau dilatih. *Admin* dapat memulai pelatihan dengan melakukan klik pada tombol “mulai pelatihan”. Berikut beberapa gambar yang menampilkan pilihan iterasi (*epoch*), *learning rate*, target minimum *error*, *hidden node* dan tipe fitur.

##### 2. Menu Identifikasi

Pada menu identifikasi ini semua dapat mengaksesnya, seperti terlihat pada Gambar 9 berikut:



Gambar 9. Tampilan *form* identifikasi

Menu identifikasi memiliki fungsi untuk melakukan identifikasi keaslian uang kertas rupiah dengan menggunakan masukan pola citra uang kertas yang diambil melalui kamera *handphone*. Proses identifikasi dapat dilakukan dengan menekan tombol “open” untuk mengambil citra uang kertas yang akan diidentifikasi. Kemudian pengguna harus memilih tipe fitur yang ingin diidentifikasi dan menekan tombol “identifikasi”. Hasil dari proses identifikasi akan terlihat setelah semua perintah sudah dilakukan seperti pada Gambar 9.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan evaluasi yang diperoleh dari bab-bab sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan seperti yang tertulis dibawah ini:

1. Pengenalan pola yang dilakukan pada uang kertas rupiah di sistem ini dengan memanfaatkan pola wajah pahlawan yang terlihat jika disinari dengan cahaya untuk ciri *watermark* dan pola gambar yang jika disinari dengan sinar ultraviolet untuk ciri *invisible ink*.
2. Jaringan saraf tiruan tidak diprogram untuk menghasilkan keluaran tertentu. Semua keluaran atau kesimpulan yang ditarik oleh jaringan didasarkan pada pengalamannya selama mengikuti proses pelatihan.
3. Aplikasi deteksi keaslian uang dengan *backpropagation* dirancang dengan memanfaatkan nilai data input yaitu nilai piksel dari citra uang yang diprogram dengan bahasa pemrograman visual basic.
4. Kekurangan yang ada di aplikasi adalah pola-pola lain seperti pola bacaan yang bukan pola citra uang harus dilatih juga agar sistem tidak dapat membacanya sebagai pola citra uang juga.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardi Hasiholan, 2013, *Pengenalan Pola Pin Barcode Menggunakan Metode Backpropagation Dan Metode Perceptron*. Skripsi : USU.
- [2] Muis, L. W., 2009, *Identifikasi Pola Sinyal Menggunakan Teknik Neural Networks*. Graha Ilmu : Yogyakarta.
- [3] Putra, D., 2010, *Pengolahan Citra Digital*. Andi: Yogyakarta.
- [4] Sutoyo, T., Mulyanto. E., Suhartono, V., Nurhayati, O.D. & Wijanarto, 2009, *Teori Pengolahan Citra Digital*. Andi : Yogyakarta.
- [5] T. Sutojo, S.Si, M.Kom, Edy Mulyanto, S.Si, M.Kom, Dr. Vincent Suhartono, 2011, *Kecerdasan Buatan*.
- [6] Wuryandari, M. D and Afrianto, I., 2012, *Perbandingan Metode Jaringan Syaraf tiruan Backpropagation dan Learning Vector Quantization Pada Pengenalan Wajah*. Tugas Akhir. Bandung, Indonesia : Universitas Komputer Indonesia.
- [7] Yenny Agustina Tondang, 2014, *Pengenalan Pola Citra Menggunakan Metode Corner Detection Dan Backpropagation*. Skripsi: USU.