**451/Teknik Informatika**

**USULAN**

**PENELITIAN PENGEMBANGAN DOSEN**



ANALISIS PERBANDINGAN METODE LVQ DAN BACKPROPAGATION DALAM PENENTUAN KEASLIAN UANG KERTAS RUPIAH BERBASIS PARAMETER HSV

TIM PENGUSUL:

I GUSTI AYU AGUNG DIATRI INDRADEWI, S.KOM., M.T. (0811078901)

I KETUT WIDHI ADNYANA, S.KOM., M.KOM. (0815118901)

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA STMIK STIKOM INDONESIA DENPASAR

JUNI 2018

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Analisis Perbandingan Metode LVQ dan Backpropagation dalam Penentuan Keaslian Uang Kertas Rupiah Berbasis Parameter HSV
2. Bidang Penelitian : Teknik Informatika
3. Ketua Peneliti
   1. Nama Lengkap : I Gusti Ayu Agung Diatri Indradewi, S.Kom., M.T.
   2. NIDN : 0811078901
   3. Program Studi : Teknik Informatika
4. Anggota Peneliti
5. Nama Lengkap : I Ketut Widhi Adnyana, S.Kom., M.Kom.
6. NIDN : 0815118901
7. Program Studi : Teknik Informatika
8. Jumlah Biaya yang Diusulkan : Rp 5.000.000,00

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Denpasar, 21 Juni 2018 |
|  |  |  |
| Mengetahui |  |  |
| Kepala Program Studi TI |  | Ketua Peneliti |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| I Putu Gede Budayasa, M.T.I. |  | I Gusti Ayu Agung Diatri Indradewi, S.Kom., M.T. |
| NIDN: 0820068402 |  | NIDN: 0811078901 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| Menyetujui | | |
| Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat | | |
|  | | |
|  | | |
|  | | |
|  | | |
| Ida Bagus Ary Indra Iswara, S.Kom., M.Kom | | |
| NIDN: 0824048801 | | |

DAFTAR ISI

[HALAMAN PENGESAHAN i](#_Toc517387053)

[DAFTAR ISI ii](#_Toc517387054)

[DAFTAR TABEL iv](#_Toc517387055)

[DAFTAR GAMBAR v](#_Toc517387056)

[RINGKASAN vi](#_Toc517387057)

[BAB I LATAR BELAKANG 1](#_Toc517387058)

[1.1 Latar Belakang 1](#_Toc517387059)

[1.2 Rumusan Masalah 3](#_Toc517387060)

[1.3 Tujuan Penelitian 4](#_Toc517387061)

[1.4 Luaran Penelitian 4](#_Toc517387062)

[BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5](#_Toc517387063)

[2.1 Ciri-Ciri Keaslian Uang Rupiah 5](#_Toc517387064)

[2.2 Ruang Warna HSV (*Hue Saturation Value*) 7](#_Toc517387065)

[2.3 *Learning Vector Quantization* (LVQ) 9](#_Toc517387066)

[2.3.1 Arsitektur dan Algoritma LVQ 10](#_Toc517387067)

[2.4 *Backpropagation* 11](#_Toc517387068)

[2.4.1 Arsitektur dan Algoritma *Bacpropagation* 11](#_Toc517387069)

[2.5 *Mean Absolute Error* *(MAE)* 17](#_Toc517387070)

[BAB III METODE PENELITIAN 18](#_Toc517387071)

[3.1 Alur Penelitian 18](#_Toc517387072)

[3.2 Teknik Pengumpulan Data 19](#_Toc517387073)

[3.2.1 Observasi 19](#_Toc517387074)

[3.2.2 Studi Kepustakaan 19](#_Toc517387075)

[3.2.3 Dokumentasi 20](#_Toc517387076)

[3.3 Gambaran Umum Sistem 20](#_Toc517387077)

[3.3.1 Akuisisi Citra 20](#_Toc517387078)

[3.3.2 Pra-pemrosesan Citra 21](#_Toc517387079)

[3.3.3 Ekstraksi Fitur 21](#_Toc517387080)

[3.3.4 Klasifikasi 21](#_Toc517387081)

[3.4 Pengujian Sistem 22](#_Toc517387082)

[BAB IV BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN 24](#_Toc517387083)

[4.1 Anggaran Biaya 24](#_Toc517387084)

[4.2 Jadwal Penelitian 24](#_Toc517387085)

[DAFTAR PUSTAKA 25](#_Toc517387086)

[LAMPIRAN-LAMPIRAN 26](#_Toc517387087)

DAFTAR TABEL

[Tabel 4.1 Anggaran Biaya Penelitian Dosen Muda yang Diajukan 24](#_Toc517386933)

[Tabel 4.2 Jadwal Penelitian 24](#_Toc517386934)

DAFTAR GAMBAR

[Gambar 2.1 Tanda Air (*Watermark*) dan *Electrotype* 5](#_Toc517386977)

[Gambar 2.2 Benang Pengaman (*Security Thread*) 5](#_Toc517386978)

[Gambar 2.3 Cetak Dalam/Intaglio 6](#_Toc517386979)

[Gambar 2.4 Gambar Saling Isi (*Rectoverso*) 6](#_Toc517386980)

[Gambar 2.5 Tinta Berubah Warna (*Optically Variable Ink*) 6](#_Toc517386981)

[Gambar 2.6 Tulisan Mikro (*Microtext*) 6](#_Toc517386982)

[Gambar 2.7 Cetakan Tidak Kasat Mata (*Invisible Ink*) 7](#_Toc517386983)

[Gambar 2.8 Gambar Tersembunyi (*Latent Image*) 7](#_Toc517386984)

[Gambar 2.9 Nilai *Hue, Saturation,* dan *Value* 8](#_Toc517386985)

[Gambar 2.10 Ruang Warna HSV Berbentuk Kerucut 8](#_Toc517386986)

[Gambar 2.11 Jaringan Syaraf Tiruan LVQ 10](#_Toc517386987)

[Gambar 2.12 Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dengan Satu Lapisan Tersembunyi 12](#_Toc517386988)

[Gambar 2.13 Sigmoid Biner, dengan *range* (0, 1) 14](#_Toc517386989)

[Gambar 2.14 Sigmoid Bipolar, dengan *range* (-1, 1) 15](#_Toc517386990)

[Gambar 3.1 Alur Penelitian 18](#_Toc517386991)

[Gambar 3.2 Dokumen Temuan Uang Rupiah Palsu 20](#_Toc517386992)

[Gambar 3.3 Alur Sistem 20](#_Toc517386993)

RINGKASAN

Tingginya kebutuhan masyarakat terhadap uang menyebabkan munculnya tindak kejahatan berupa peredaran uang kertas palsu. Uang palsu jika dilihat secara sekilas memiliki fisik yang sama persis dengan uang asli yang dikeluarkan oleh Bank Indonesia. Untuk mencegah masyarakat tanpa sengaja bertransaksi menggunakan uang palsu, pemerintah sebenarnya telah mensosialisasikan metode 3D (Dilihat, Diraba, dan Diterawang). Selain itu, di instansi yang langsung terkait dengan keuangan seperti perbankan, maupun di lokasi-lokasi perbelanjaan telah mulai digunakan alat pemindai uang palsu yang memanfaatkan sinar ultraviolet. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi, teknik pembuatan uang palsu tentunya juga akan mengalami perkembangan sehingga diperlukan teknik-teknik alternatif yang dapat digunakan untuk membantu mengidentifikasi uang palsu. Penentuan keaslian uang kertas Rupiah dapat dilakukan dengan menggunakan metode pengklasifikasian pola yang salah satunya dapat diakomodasi oleh jaringan syaraf tiruan. Jaringan syaraf LVQ (Learning Vector Quantization) dan Backpropagation merupakan dua jenis jaringan syaraf tiruan yang melakukan pembelajaran secara terawasi (supervised learning). LVQ maupun Backpropagation dapat digunakan untuk mengklasifikasikan suatu pola. Ekstraksi fitur-fitur yang menunjukkan keaslian dari uang kertas dapat dilakukan dengan memanfaatkan ruang warna HSV. Ruang warna ini terdiri dari komponen H (Hue), S (Saturation), dan V (Value). Hal tersebut melatarbelakangi dipilihnya topik mengenai analisis perbandingan metode LVQ dan Backprpagation dalam penentuan keaslian uang kertas Rupiah berbasis parameter HSV. Analisis perbandingan akan diukur dari sisi tingkat akurasi, kedekatan hasil klasifikasi dengan hasil sesungguhnya, dan waktu pemrosesan klasifikasi.

Kata kunci: Uang Kertas Rupiah, LVQ, Backpropagation, HSV

BAB I

**PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang

Menurut KBBI, uang adalah alat tukar atau standar pengukur nilai (kesatuan hitungan) yang sah, dikeluarkan oleh pemerintah suatu negara berupa kertas, emas, perak, atau logam lain yang dicetak dengan bentuk dan gambar tertentu. Sebagai alat tukar yang berlaku umum di masyarakat, uang menjadi aspek yang tidak dapat terpisahkan dari berbagai bidang kehidupan. Hampir segala jenis kebutuhan mulai dari primer hingga tersier hanya bisa terpenuhi ketika sejumlah uang telah dimiliki. Hal tersebut menyebabkan peredaran uang di masyarakat merupakan hal yang sangat penting. Rupiah adalah satuan mata uang Negara Kesatuan Republik Indonesia yang dikeluarkan dan diedarkan oleh Bank Indonesia. Sesuai dengan Pasal 19 Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1999, Bank Indonesia berwenang menetapkan macam, harga, ciri uang yang akan dikeluarkan, bahan yang digunakan, dan tanggal mulai berlakunya sebagai alat pembayaran yang sah (A. of the R. of Indonesia, 1999).

Tingginya kebutuhan masyarakat terhadap uang menyebabkan munculnya tindak kejahatan berupa peredaran uang kertas palsu. Uang palsu jika dilihat secara sekilas memiliki fisik yang sama persis dengan uang asli yang dikeluarkan oleh Bank Indonesia. Secara umum, unsur pengaman yang membedakan uang palsu dengan uang asli adalah adanya tanda air (*watermark*) dan benang pengaman (*security thread*). Berdasarkan publikasi pada laman Bank Indonesia (http://www.bi.go.id) mengenai statistik sistem pembayaran, diperoleh gambaran mengenai temuan uang Rupiah palsu yang ditunjukkan pada Gambar 1.1. Dari grafik tersebut terlihat bahwa temuan uang Rupiah palsu mengalami fluktuasi yang trennya cenderung menaik. Kenaikan tertinggi penemuan uang Rupiah palsu terjadi dari tahun 2014 ke 2015. Meskipun dari tahun 2015 ke 2016 terjadi penurunan temuan uang Rupiah palsu, tetap saja peredaran uang palsu merupakan permasalahan yang sangat sulit dihentikan. Selama uang menjadi alat tukar yang berlaku secara luas, selama itu pula uang palsu akan tetap beredar. Untuk mencegah masyarakat tanpa sengaja bertransaksi menggunakan uang palsu, pemerintah sebenarnya telah mensosialisasikan metode 3D (Dilihat, Diraba, dan Diterawang). Selain itu, di instansi yang langsung terkait dengan keuangan seperti perbankan, maupun di lokasi-lokasi perbelanjaan telah mulai digunakan alat pemindai uang palsu yang memanfaatkan sinar ultraviolet. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi, teknik pembuatan uang palsu tentunya juga akan mengalami perkembangan sehingga diperlukan teknik-teknik alternatif yang dapat digunakan untuk membantu mengidentifikasi uang palsu. Berdasarkan pemaparan mengenai permasalahan uang kertas palsu, maka pada penelitian ini topik yang diangkat adalah mengenai penentuan keaslian uang kertas Rupiah.

Gambar 1. Temuan Uang Rupiah Palsu (dalam lembar)

(Sumber: http://www.bi.go.id)

Teknologi pengenalan keaslian uang kertas pada dasarnya adalah mencari dan mengekstraksi tanda keaslian yang terlihat maupun tersembunyi pada uang kertas agar proses klasifikasi berlangsung lebih efisien. Secara umum, ciri-ciri keaslian uang kertas Rupiah cukup mudah dikenali oleh masyarakat berupa unsur pengaman yang tertanam pada bahan uang dan teknik cetak yang digunakan. Unsur pengaman yang tertanam pada bahan uang kertas terdiri dari tanda air (*watermark*) dan *electrotype*, dan benang pengaman (*security thread*). Unsur pengaman yang dihasilkan melalui teknik cetak terdiri dari cetak dalam/intaglio, gambar saling isi (*rectoverso*), tinta berubah warna (*optically variable ink*), tulisan mikro (*microtext*), cetakan tidak kasat mata (*invisible ink*), dan gambar tersembunyi (*latent image*) (B. Indonesia, 2010).

Ekstraksi fitur-fitur yang menunjukkan keaslian dari uang kertas dapat dilakukan dengan memanfaatkan metode-metode yang terdapat pada Pengolahan Citra Digital. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah melalui pemisahan komponen warna pada citra uang kertas. Pemisahan komponen warna dilakukan pada ruang warna HSV. Ruang warna HSV merupakan ruang warna yang terdiri dari komponen H (*Hue*), S (*Saturation*), dan V (*Value*). Komponen H menyatakan jenis-jenis warna seperti merah, kuning, hijau, biru, dan magenta. Komponen S menyatakan seberapa banyak komposisi cahaya putih bercampur dengan komponen H. Komponen V menyatakan kecerahan warna. Untuk melakukan pemisahan komponen warna pada ruang warna HSV, citra uang kertas yang berada pada ruang warna RGB dikonversi ke ruang warna HSV. Salah satu keunggulan ruang warna HSV adalah memiliki kemampuan untuk memisahkan komponen kromatik dan akromatik pada suatu citra (Pawar dan Kale, 2014).

Penentuan keaslian uang kertas Rupiah dapat dilakukan dengan menggunakan metode pengklasifikasian pola yang salah satunya dapat diakomodasi oleh jaringan syaraf tiruan. Jaringan syaraf tiruan merupakan model jaringan yang meniru prinsip kerja dari neuron otak manusia (neuron biologis). Jaringan syaraf tiruan memiliki beberapa kemampuan seperti yang dimiliki oleh otak manusia, yaitu kemampuan untuk belajar dari pengalaman, kemampuan melakukan perumpamaan (*generalization*) terhadap masukan baru dari pengalaman yang dimilikinya, dan kemampuan memisahkan (*abstraction*) karakteristik penting dari masukan yang mengandung data yang tidak penting. Jaringan syaraf LVQ (*Learning Vector Quantization*) dan *Backpropagation* merupakan dua jenis jaringan syaraf tiruan yang melakukan pembelajaran secara terawasi (*supervised learning*).

LVQ adalah jaringan syaraf yang bertipe arsitektur *Single Layer Feedforward,* yakni sinyal masukan akan di-*propagate* menuju lapisan keluaran. Menurut Difla, LVQ mengklasifikasikan masukan secara berkelompok ke dalam kelas yang sudah didefinisikan melalui jaringan yang telah dilatih. Metode ini melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Suatu lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor masukan. Kelas-kelas yang didapatkan merupakan hasil dari lapisan kompetitif yang hanya bergantung pada jarak antara vektor-vektor masukan (Jasril dkk., 2015). Jika *Single Layer Feedforward* hanya memiliki satu lapisan yang akan mem-*propagate* sinyal masukan menuju lapisan keluaran, maka *Multilayer Perceptron* dapat memiliki satu atau lebih lapisan yang tersembunyi dari lapisan masukan dan keluaran. Salah satu metode yang populer digunakan untuk melatih *Multilayer Perceptron* adalah algoritma *Backpropagation*. Algoritma tersebut terdiri dari dua fase, yakni *forward phase* dan *backward phase* (Haykin, 2009). LVQ maupun *Backpropagation* dapat digunakan untuk mengklasifikasikan suatu pola. Hal tersebut melatarbelakangi dipilihnya topik mengenai analisis perbandingan metode LVQ dan *Backprpagation* dalam penentuan keaslian uang kertas Rupiah berbasis parameter HSV. Analisis perbandingan akan diukur dari sisi tingkat akurasi, kedekatan hasil klasifikasi dengan hasil sesungguhnya, dan waktu pemrosesan klasifikasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian maka rumusan masalah dari penelitian ini terdiri dari:

1. Bagaimana perbandingan metode LVQ dan *Backpropagation* dalam penentuan keaslian uang kertas Rupiah jika diukur dari tingkat akurasi klasifikasi
2. Bagaimana perbandingan metode LVQ dan *Backpropagation* dalam penentuan keaslian uang kertas Rupiah jika diukur dari seberapa dekat hasil klasifikasi dengan hasil sesungguhnya
3. Bagaimana perbandingan metode LVQ dan *Backpropagation* dalam penentuan keaslian uang kertas Rupiah jika diukur dari waktu pemrosesan klasifikasi

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai melalui penelitian ini terdiri dari:

1. Untuk mengetahui hasil perbandingan metode LVQ dan *Backpropagation* dalam penentuan keaslian uang kertas Rupiah jika diukur dari tingkat akurasi klasifikasi
2. Untuk mengetahui hasil perbandingan metode LVQ dan *Backpropagation* dalam penentuan keaslian uang kertas Rupiah jika diukur dari seberapa dekat hasil klasifikasi dengan hasil sesungguhnya
3. Untuk mengetahui hasil perbandingan metode LVQ dan *Backpropagation* dalam penentuan keaslian uang kertas Rupiah jika diukur dari waktu pemrosesan klasifikasi

1.4 Luaran Penelitian

Hasil penelitian ini akan dipublikasikan ke dalam bentuk publikasi pada Jurnal Ilmiah Teknik Informatika atau Ilmu Komputer ber-ISSN. Dengan dipublikasikannya penelitian ini, diharapkan hasil penelitian akan bernilai *valid* dan *reliable*. Selain itu, dengan melakukan publikasi diharapkan penelitian yang dilakukan dapat menjadi acuan untuk penelitian-penelitian sejenis.

BAB II

**TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Ciri-Ciri Keaslian Uang Rupiah

Dalam Pasal 1 ayat 5 Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2011 tentang Mata Uang disebutkan bahwa ciri Rupiah adalah tanda tertentu pada setiap Rupiah yang ditetapkan dengan tujuan untuk menunjukkan identitas, membedakan harga atau nilai nominal, dan mengamankan Rupiah tersebut dari upaya pemalsuan. Secara umum, ciri-ciri keaslian Rupiah dapat dikenali berupa unsur pengaman yang tertanam pada bahan uang dan teknik cetak yang digunakan (B. Indonesia, 2010).

Unsur pengaman yang tertanam pada bahan uang kertas terdiri dari:

1. Tanda Air (*Watermark*) dan *Electrotype*

Pada kertas uang terdapat tanda air berupa gambar yang akan terlihat apabila diterawangkan ke arah cahaya.



Gambar 2. Tanda Air (*Watermark*) dan *Electrotype*

1. Benang Pangaman (*Security Thread*)

Ditanam atau dianyam pada bahan kertas uang sehingga tampak sebagai garis melintang dari atas ke bawah. Pada pecahan tertentu akan memendar apabila dilihat dengan sinar *ultraviolet.*



Gambar 2. Benang Pengaman (*Security Thread*)

Unsur pengaman yang dihasilkan melalui teknik cetak terdiri dari:

1. Cetak Dalam/Intaglio

Cetakan yang terasa kasar apabila diraba



Gambar 2. Cetak Dalam/Intaglio

1. Gambar Saling Isi (*Rectoverso*)

Pencetakan suatu ragam bentuk yang menghasilkan cetakan pada bagian muka dan belakang beradu tepat dan saling mengisi jika diterawangkan ke arah cahaya.



Gambar 2. Gambar Saling Isi (*Rectoverso*)

1. Tinta Berubah Warna (*Optically Variable Ink*)

Hasil cetak tinta khusus yang akan berubah warna apabila dilihat dari sudut pandang yang berbeda.



Gambar 2. Tinta Berubah Warna (*Optically Variable Ink*)

1. Tulisan Mikro (*Microtext*)

Tulisan berukuran sangat kecil yang hanya dapat dibaca dengan menggunakan kaca pembesar.



Gambar 2. Tulisan Mikro (*Microtext*)

1. Cetakan Tidak Kasat Mata (*Invisible Ink*)

Hasil cetak tidak kasat mata yang akan memendar di bawah sinar ultraviolet.



Gambar 2. Cetakan Tidak Kasat Mata (*Invisible Ink*)

1. Gambar Tersembunyi (*Latent Image*)

Hasil cetak berupa gambar atau tulisan tersembunyi yang dapat dilihat dari sudut pandang tertentu.



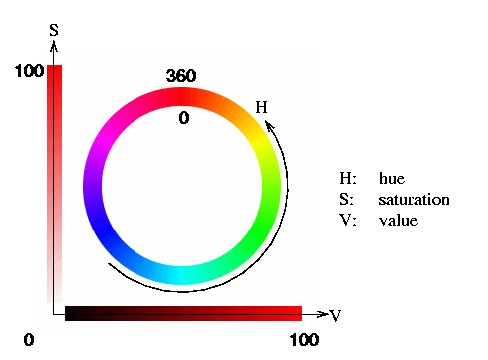
Gambar 2. Gambar Tersembunyi (*Latent Image*)

2.2 Ruang Warna HSV (*Hue Saturation Value*)

Model HSV menunjukkan ruang warna dalam bentuk tiga komponen utama yaitu hue, saturation, dan value seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9. Hue menunjukkan jenis warna (corak warna) yaitu tempat warna tersebut ditemukan dalam spektrum warna. Komponen ini berupa sudut dari 0 sampai 360 derajat, biasanya 0 derajat adalah merah, 60 derajat adalah kuning, 120 derajat adalah hijau, 180 derajat adalah cyan, 240 derajat adalah biru, dan 300 derajat adalah magenta.

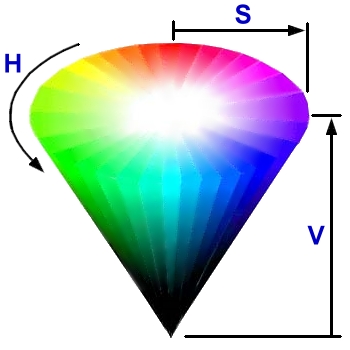
Saturation dari suatu warna adalah ukuran seberapa besar kemurnian dari warna tersebut. Saturation biasanya bernilai dari 0 sampai 1 (atau 0% sampai 100%) dan menunjukkan nilai keabu-abuan warna dengan 0 menunjukkan abu-abu dan 1 menunjukkan warna primer murni.

Komponen ketiga dari HSV adalah value atau disebut juga intensitas (intensity) yaitu ukuran seberapa besar kecerahan dari suatu warna atau seberapa besar cahaya datang dari suatu warna. Value dapat bernilai dari 0% sampai 100%. Suatu warna dengan nilai komponen value sebesar 100% akan tampak secerah mungkin dan suatu warna dengan nilai komponen value sebesar 0% akan tampak segelap mungkin. Sebagai contoh jika komponen hue adalah merah dan komponen value bernilai tinggi maka warna kelihatan cerah, tetapi ketika nilai komponen value rendah maka warna tersebut akan kelihatan gelap (Putra, 2010).



Gambar 2. Nilai *Hue, Saturation,* dan *Value*

Metode visualisasi lain dari model HSV adalah kerucut. Pada penggambaran ini, komponen hue dilukiskan sebagai bentuk bundar dari roda warna. Saturation diwakili dengan jarak dari pusat lingkaran melintasi bagian dari kerucut. Value adalah jarak dari titik akhir kerucut (Putra, 2010).



Gambar 2. Ruang Warna HSV Berbentuk Kerucut

Perhitungan konversi RGB menjadi HSV dapat dirumuskan sebagai berikut :

(2.1)

(2.2)

(2.3)

Namun pada rumus tersebut, apabila maka *H* tidak dapat ditentukan. Untuk itu diperlukan normalisasi RGB terlebih dahulu dengan rumus sebagai berikut:

(2.6)

(2.5)

(2.4)

Dengan memanfaatkan nilai *r*, *g*, dan *b* yang telah dinormalisasi, rumus transformasi RGB ke HSV adalah sebagai berikut:

(2.10)

(2.9)

(2.8)

(2.7)

2.3 *Learning Vector Quantization* (LVQ)

LVQ merupakan metode pengklasifikasian pola yang setiap keluarannya merepresentasikan suatu kelas atau kategori tertentu. Vektor bobot untuk suatu unit keluaran disebut sebagai vektor referensi (atau *codebook*) untuk kelas yang merepresentasikan unit tersebut. Selama pelatihan, unit keluaran diposisikan (dengan cara menyesuaikan bobot melalui pelatihan terawasi) untuk mendekati permukaan keputusan pengklasifikasi Bayes yang teoritis. Hal tersebut dilakukan dengan mengasumsikan bahwa telah tersedia suatu himpunan pola pelatihan dengan klasifikasi yang telah diketahui, disertai dengan distribusi awal dari vektor referensi (masing-masing mewakili klasifikasi yang telah diketahui). Setelah pelatihan, suatu jaringan LVQ mengklasifikasikan vektor masukan dengan menempatkannya ke kelas yang sama dengan unit keluaran yang memiliki bobot vektor (vektor referensi) terdekat dengan vektor masukan (Fausett, 1994).

2.3.1 Arsitektur dan Algoritma LVQ

Arsitektur dari jaringan syaraf tiruan LVQ ditunjukkan pada Gambar 2.1, yang pada dasarnya serupa dengan Kohonen *self-organizing map* (tanpa struktur topologi yag diasumsikan untuk unit keluaran). Sebagai tambahan, setiap unit keluaran mewakili kelas yang bersesuaian (Fausett, 1994).



Gambar 2. Jaringan Syaraf Tiruan LVQ

Pada Fausett (1994, 188) disebutkan bahwa motivasi algoritma jaringan LVQ adalah untuk menemukan unit keluaran yang terdekat dengan vektor masukan. Jika **x** dan **wc** berada pada kelas yang sama, maka bobot dipindahkan ke vektor masukan yang baru; jika **x** dan **wc** berada pada kelas yang berbeda, maka bobot dipindahkan menjauh dari vektor masukan. Penamaan yang digunakan dalam algoritma adalah sebagai berikut:

|  |  |
| --- | --- |
| **x** | vektor pelatihan (*x1*, ..., *xi*, ..., *xn*) |
| *T* | kategori atau kelas yang tepat untuk vektor pelatihan |
| **w***j* | bobot vektor untuk unit keluaran ke-*j* (*w1*, ..., *wi*, ..., *wn*) |
| *Cj* | kategori atau kelas yang direpresentasikan oleh unit keluaran ke-*j* |
|  | jarak Euclidean antara vektor masukan dan unit keluaran ke-*j* |

Algoritma jaringan LVQ adalah sebagai berikut:

|  |  |
| --- | --- |
| **Langkah 0** | Inisialisasi vektor-vektor referensi, inisialisasi laju pembelajaran, |
| **Langkah 1** | Selama kondisi berhenti tidak terpenuhi, lakukan langkah 2 – 6 |
| **Langkah 2** | Untuk setiap vektor masukan pelatihan **x**, lakukan langkah 3 – 4 |
| **Langkah 3** | Temukan *J* sehingga bernilai minimum |
| **Langkah 4** | Perbarui nilai dengan cara sebagai berikut: |
|  | Jika , maka  (2.11) |
|  |  |
|  | Jika , maka  (2.12) |
|  |  |
| **Langkah 5** | Kurangi laju pembelajaran |
| **Langkah 6** | Uji kondisi berhenti: |
|  | Kondisi berhenti dapat ditentukan oleh sejumlah iterasi atau ketika laju pembelajaran telah mencapai nilai yang cukup kecil |
|  |  |

2.4 *Backpropagation*

Salah satu algoritma pelatihan jaringan syaraf tiruan (JST) yang banyak digunakan dalam bidang pengenalan pola adalah *Backpropagation*. Algoritma ini umumnya digunakan pada jaringan syaraf tiruan yang berjenis *multilayer feed-forward*. *Feed-forward* berarti aliran sinyal diarahkan searah dari masukan ke keluaran. Kesalahan yang didapatkan dari selisih keluaran dengan target akan diumpan balik (*propagate-backward*) ke masukan awal untuk mengubah parameter-parameter pembentuk JST. Setelah kesalahan keluaran kecil, maka hanya proses alur maju saja yang digunakan (Wicaksono D., 2007).

Proses penentuan nilai-nilai bobot dari basis set data yang ada disebut pelatihan JST. Proses pelatihan dilakukan dengan cara mengubah nilai bobot pada jaringan yang menghubungkan antar lapisan. Koreksi bobot dilakukan hingga didapatkan total rata-rata kesalahan yang terkecil. Tujuan dari pelatihan adalah untuk melatih JST agar mampu mengenali secara benar pola yang digunakan dalam pelatihan, sehingga dapat diterapkan untuk mengenali pola serupa (*memorize*), tetapi tidak identik dengan yang digunakan dalam pelatihan (Wicaksono D., 2007).

2.4.1 Arsitektur dan Algoritma *Bacpropagation*

Jaringan syaraf *multilayer* dengan satu unit tersembunyi (unit *Z*) ditunjukkan pada Gambar 2.12. Unit keluaran (unit *Y*) dan unit tersembunyi juga dapat memiliki nilai bias. Bias pada keluaran *Yk* dinyatakan dengan *w0k*, bias pada unit tersembunyi *Zj* dinyatakan dengan *v0j*. Nilai-nilai bias ini berlaku seperti bobot pada koneksi dari unit yang keluaran-nya selalu 1. Selama pelatihan fase *backpropagation*, sinyal dikirim dalam arah yang berlawanan (Fausett, 1994).



Gambar 2. Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dengan Satu Lapisan Tersembunyi

Pelatihan terhadap jaringan *Backpropagation* melibatkan tiga tahapan, yakni *feed-forward* pola masukan pelatihan, *backpropagation* dari kesalahan terkait, dan penyesuaian bobot. Selama tahap *feed-forward*, masing-masing unit masukan (*Xi*) menerima sinyal masukan dan meneruskan sinyal tersebut ke setiap unit tersembunyi *Z1*, ..., *Zp*. Selanjutnya, setiap unit tersembunyi menghitung nilai aktivasi dan mengirimkan sinyal tersebut (*zj*) ke setiap unit keluaran. Setiap unit keluaran (*Yk*) menghitung nilai aktivasi (*yk*) untuk membentuk respon jaringan terhadap pola masukan yang diberikan (Fausett, 1994).

Selama tahap pelatihan, setiap unit keluaran membandingkan nilai aktivasi (*yk*) yang telah dihitung dengan nilai target *tk* untuk menentukan kesalahan yang sesuai dengan pola pada unit tersebut. Berdasarkan kesalahan tersebut, faktor (*k* = 1, ..., m) dihitung. Nilai digunakan untuk mendistribusikan kesalahan pada unit keluaran *Yk* kembali ke seluruh unit pada lapisan sebelumnya (unit tersembunyi yang terhubung dengan *Yk*). Nilai juga digunakan untuk memperbarui nilai bobot antara lapisan keluaran dan lapisan tersembunyi. Cara yang sama juga digunakan untuk menghitung faktor (*j* = 1, ..., p) untuk setiap unit tersembunyi *Zj*. Kesalahan tidak perlu diarahkan kembali ke lapisan masukan, tetapi digunakan untuk memperbarui bobot antara lapisan tersembunyi dengan lapisan masukan (Fausett, 1994).

Setelah semua faktor telah ditentukan, bobot untuk semua lapisan disesuaikan secara serempak. Penyesuaian terhadap bobot *wjk* (dari unit tersembunyi *Zj*ke unit keluaran *Yk*) didasarkan pada faktor dan nilai aktivasi *zj* dari unit tersembunyi *Zj*. Penyesuaian terhadap bobot *vij* (dari unit tersembunyi *Xi*ke unit keluaran *Zj*) didasarkan pada faktor dan nilai aktivasi *xi* dari unit masukan. Penamaan yang digunakan dalam algoritma adalah sebagai berikut (Fausett, 1994):

|  |  |
| --- | --- |
| **x** | Vektor masukan pelatihan:  **x** = (*x1*, ..., *xi*, ..., *xn*) |
| **t** | Vektor target keluaran:  **t** = (*t1*, ..., *ti*, ..., *tm*) |
|  | Bagian dari koreksi kesalahan penyesuaian bobot untuk *wjk* karena kesalahan pada unit keluaran *Yk*, juga meliputi informasi kesalahan pada unit *Yk* yang diarahkan kembali ke unit tersembunyi yang memberikan masukan ke unit *Yk* |
|  | Bagian dari koreksi kesalahan penyesuaian bobot untuk *vij* karena *backpropagation* dari informasi kesalahan lapisan keluaran ke unit tersembunyi *Zj* |
|  | Laju pelatihan |
| *Xi* | Unit masukan *i*:  Untuk sebuah unit masukan, sinyal masukan dan keluaran adalah sama, dan dinamakan dengan *xi* |
| *v0j* | Bias pada unit tersembunyi *j* |
| *Zj* | Unit tersembunyi *j*:  Masukan *net* ke *Zj* disimbolkan dengan *z\_inj* :  (2.13)  Sinyal keluaran (aktivasi) dari *Zj* disimbolkan dengan *zj* :  (2.14) |
| *w0k* | Bias pada unit keluaran *k* |
| *Yk* | Unit keluaran *k*:  Masukan *net* ke *Yk* disimbolkan dengan *y\_ink* :  Sinyal keluaran (aktivasi) dari *Yk* disimbolkan dengan *yk* : |

(2.16)

(2.15)

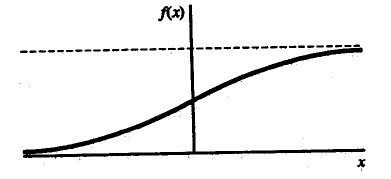
Dalam *backpropagation*,fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi beberapa syarat, yaitu bersifat kontinyu, terdiferensial dengan mudah, dan merupakan fungsi yang tidak turun. Salah satu fungsi aktivasi yang memenuhi ketiga syarat tersebut sehingga sering digunakan adalah fungsi sigmoid biner, yang memiliki *range* (0, 1) dan didefinisikan sebagai berikut:

(2.17)

dengan

(2.18)

Ilustrasi dari fungsi sigmoid biner ditunjukkan pada Gambar 2.13.



Gambar 2. Sigmoid Biner, dengan *range* (0, 1)

Fungsi aktivasi lainnya yang juga umum digunakan adalah fungsi sigmoid bipolar yang bentuk fungsinya mirip dengan fungsi sigmoid biner, tetapi dengan *range* (-1, 1) dan didefinisikan sebagai berikut:

(2.20)

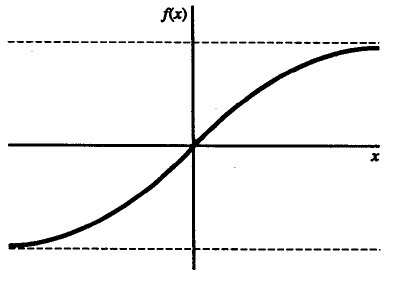
dengan

(2.21)

(2.24)

Fungsi bipolar sigmoid ditunjukkan pada Gambar 2.14. Fungsi sigmoid bipolar memiliki kaitan yang erat dengan fungsi berikut:

(2.22)



Gambar 2. Sigmoid Bipolar, dengan *range* (-1, 1)

Algoritma jaringan *Backpropagation* adalah sebagai berikut:

|  |  |
| --- | --- |
| **Langkah 0** | Inisialisasi bobot (gunakan nilai acak bernilai kecil) |
| **Langkah 1** | Selama kondisi berhenti tidak terpenuhi, lakukan langkah 2-9 |
| **Langkah 2** | Untuk setiap pasangan pelatihan, lakukan langkah 3-8 |
| ***Feedforward:*** |  |
| **Langkah 3** | Setiap unit masukan (*Xi*, *i = 1, ..., n*) menerima sinyal masukan *xi* dan meneruskan sinyal tersebut ke seluruh unit pada lapisan di atasnya (unit tersembunyi) |
| **Langkah 4** | Setiap unit tersembunyi (*Zj*, *j = 1, ..., p*) menjumlahkan nilai sinyal bobot masukan dengan,  (2.23)  terapkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal keluaran dengan,  (2.24)  dan kirim sinyal tersebut ke seluruh unit pada lapisan di atasnya (unit keluaran) |
| **Langkah 5** | Setiap unit keluaran (*Yk*, *k = 1, ..., m*) menjumlahkan sinyal bobot masukan dengan,  terapkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal keluaran dengan, |
| ***Backpropagation of error:*** |  |
| **Langkah 6** | Setiap unit keluaran (*Yk*, *k = 1, ..., m*) menerima sebuah pola target yang berhubungan dengan pola pelatihan masukan, menghitung informasi kesalahannya dengan,    menghitung koreksi bobotnya (digunakan untuk memperbarui *wjk*) dengan,  (2.28)  menghitung koreksi biasnya (digunakan untuk memperbarui *w0k*) dengan,  (2.29)  dan mengirim ke unit pada lapisan di bawahnya |
| **Langkah 7** | Setiap unit tersembunyi (*Zj*, *j = 1, ..., p*) menjumlahkan nilai masukan deltanya (dari unit pada lapisan di atasnya) dengan,  (2.30)  mengalikan dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi kesalahannya dengan,  (2.31)  menghitung koreksi bobotnya (digunakan untuk memperbarui *vij*) dengan,  (2.32)  dan menghitung koreksi biasnya (digunakan untuk memperbarui *v0j*) dengan,  (2.33) |
| ***Update weights and biases:*** |  |
| **Langkah 8** | Setiap unit keluaran (*Yk*, *k = 1, ..., m*) memperbarui bias dan bobotnya (*j = 0, ..., p*) dengan,  (2.34)  Setiap unit tersembunyi (*Zj*, *j = 1, ..., p*) memperbarui bias dan bobotnya (*i = 0, ..., n*) dengan,  (2.35) |
| **Langkah 9** | Menguji kondisi berhenti |

(2.26)

(2.25)

(2.27)

2.5 *Mean Absolute Error* *(MAE)*

Dalam statistik, *mean absolute error* merupakan kuantitas yang digunakan untuk mengukur seberapa dekat hasil prediksi dengan hasil sesungguhnya. *Mean absolute error* dihitung dengan rumus berikut (“Mean Absolute Error,” n.d.):

(2.36)

dengan

(2.37)

BAB III

**METODE PENELITIAN**

3.1 Alur Penelitian

Secara garis besar, penelitian ini akan menghasilkan *prototype* sistem yang dapat digunakan untuk mensimulasikan perbandingan metode LVQ dan *Backpropagation* dalam penentuan keaslian uang kertas Rupiah. Analisis masalah diawali dengan pengumpulan data dengan metode dokumentasi berupa dokumen statistik temuan uang Rupiah palsu yang dipublikasikan oleh Bank Indonesia. Metode dokumentasi dilakukan untuk pencarian data awal mengenai jumlah peredaran uang Rupiah palsu di Indonesia. Data awal dianalisis untuk menentukan permasalahan.



Gambar 3. Alur Penelitian

Studi literatur dilakukan untuk mencari referensi-referensi baik berupa teori pendukung maupun jurnal-jurnal yang memuat berbagai jenis penelitian terkait dengan permasalahan yang telah didefinisikan. Berdasarkan studi literatur, kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan dalam sistem dianalisis. Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data yang akan dijadikan sebagai data sampel pelatihan dan pengujian sistem. Data yang dikumpulkan berupa uang kertas Rupiah asli dan palsu. Desain sistem disesuaikan dengan format data yang dihasilkan dari pengumpulan data. *Prototype* sistem yang dihasilkan dari tahap implementasi selanjutnya diuji untuk mengetahui tingkat akurasi sistem dalam menentukan keaslian uang kertas Rupiah. Tahap akhir dari sistematika penelitian ini adalah menentukan kesimpulan dan arah penelitian selanjutnya berdasarkan hasil pengujian sistem.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam usulan penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan menggunakan teknik observasi. Data sekunder diperoleh dengan menggunakan teknik studi kepustakaan dan dokumentasi.

3.2.1 Observasi

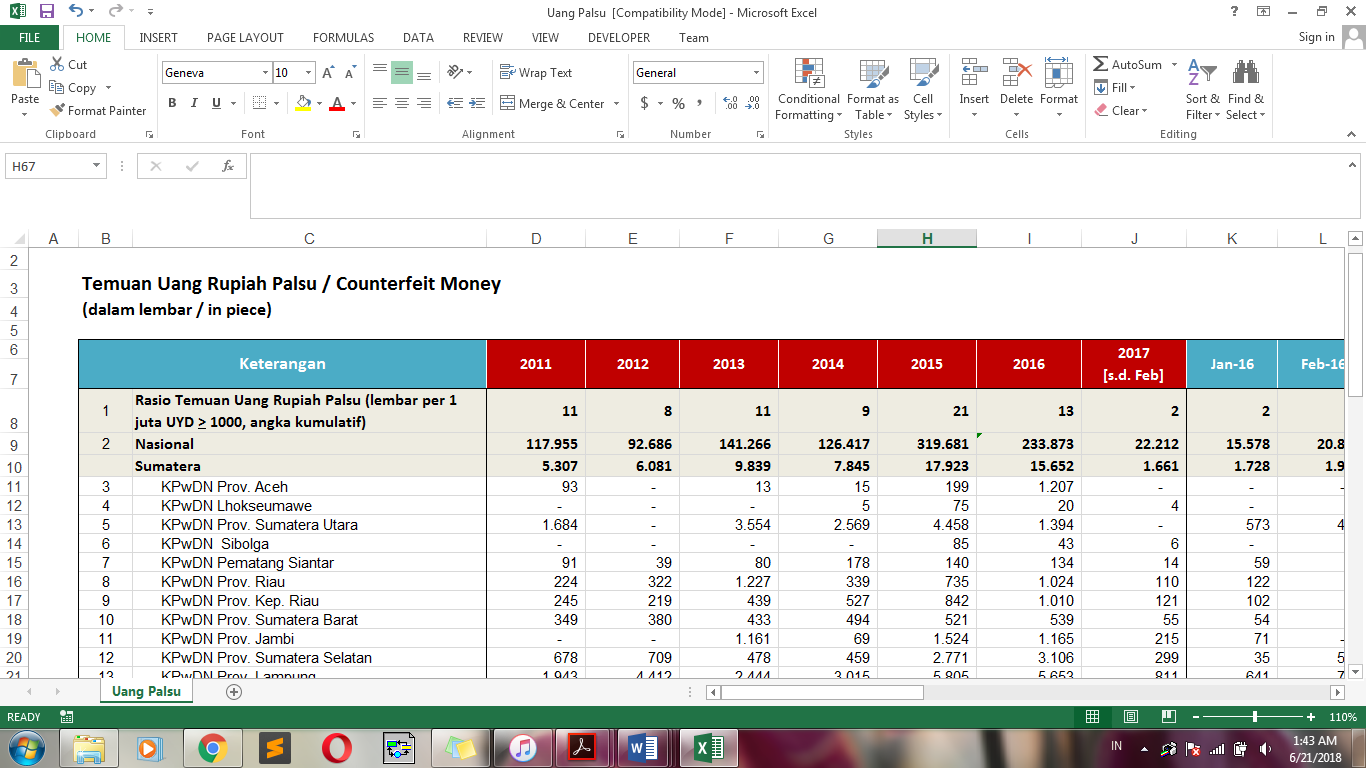
Data yang dikumpulkan melalui teknik observasi diperoleh dengan cara melakukan pengamatan awal terhadap uang kertas Rupiah untuk mengelompokkan uang tersebut ke dalam kategori uang asli atau palsu berdasarkan ciri-ciri yang bisa diamati secara umum, baik dengan teknik 3D (Dilihat, Diraba, dan Diterawang), maupun dengan bantuan cahaya *ultraviolet*. Kedua jenis uang tersebut selanjutnya di-*scan* dengan alat *scanner* untuk mendapatkan citra uang kertas Rupiah asli dan palsu yang akan digunakan sebagai data sampel pelatihan dan pengujian sistem.

3.2.2 Studi Kepustakaan

Data yang dikumpulkan melalui teknik studi kepustakaan diperoleh dengan cara melakukan pengumpulan referensi-referensi pendukung yang berasal dari buku, jurnal-jurnal penelitian terkait, maupun artikel di internet. Referensi pendukung yang dikumpulkan terkait dengan ciri-ciri uang kertas Rupiah asli, ruang warna HSV, metode jaringan syaraf tiruan khususnya pada jenis LVQ dan *Backpropagation*, serta *Mean Absolute Error* yang menjadi indikator untuk mengukur seberapa dekat hasil prediksi dengan hasil sesungguhnya.

3.2.3 Dokumentasi

Data yang dikumpulkan melalui teknik dokumentasi diperoleh dengan cara melakukan pengunduhan dokumen statistik temuan uang Rupiah palsu yang dipublikasikan oleh Bank Indonesia. Dokumen tersebut berupa *file* dalam format Microsoft Excel yang ditampilkan sebagian pada Gambar 3.2. Data temuan uang Rupiah palsu yang diperoleh merupakan data dari tahun 2011 sampai dengan bulan Februari tahun 2017. Data inilah yang dianalisis sehingga diperoleh grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1 yang menjadi awal penentuan permasalahan penelitian.



Gambar 3. Dokumen Temuan Uang Rupiah Palsu

3.3 Gambaran Umum Sistem

Penentuan keaslian uang kertas Rupiah dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yang terdiri dari akuisisi citra, pra-pemrosesan citra, ekstraksi fitur, klasifikasi, dan penentuan hasil. Gambar 3.3 menunjukkan blok diagram dari alur sistem yang akan dihasilkan.

Gambar 3. Alur Sistem

3.3.1 Akuisisi Citra

Tahapan ini bertujuan untuk mendapatkan dan mengubah citra uang kertas Rupiah dari citra analog menjadi citra digital untuk mempermudah pemrosesan. Alat bantu yang digunakan untuk mendigitasi citra uang kertas Rupiah adalah dengan menggunakan *scanner*. Akuisisi citra dilakukan pada kedua sisi uang kertas.

3.3.2 Pra-pemrosesan Citra

Tahapan ini bertujuan untuk memastikan bahwa citra hasil akuisisi telah memiliki format yang sesuai untuk selanjutnya dilakukan ekstraksi fitur. Hasil pra-pemrosesan citra akan menentukan apakah tahap ekstraksi fitur mampu menghasilkan fitur-fitur yang jelas untuk penentuan keaslian uang kertas Rupiah. Tahap ini umumnya meliputi transformasi citra dari satu format ke format lain dan *image enhancement*. Pada *image enhancement* dilakukan penghilangan *noise* yang dapat menggangu ketika ekstraksi fitur dijalankan. Untuk menghilangkan *noise* dilakukan dengan menerapkan *filter-filter* tertentu pada citra hasil akuisisi. Selain itu, pada pra-pemrosesan citra dilakukan reduksi dimensi citra agar pada tahap ekstraksi fitur tidak memerlukan waktu komputasi yang terlalu lama karena mengekstraksi terlalu banyak fitur akan menyebabkan kinerja sistem menjadi lebih lambat.

3.3.3 Ekstraksi Fitur

Tahap ekstraksi fitur bertujuan untuk mengekstraksi fitur-fitur yang ada pada citra uang kertas. Ekstraksi fitur dilakukan terhadap citra uang kertas yang sebelumnya telah melewati tahap pra-pemrosesan citra. Sebelum ekstraksi fitur dilakukan, citra hasil pra-pemrosesan dikonversi dari ruang warna RGB ke ruang warna HSV. Nilai parameter *hue*, *saturation* dan *value* adalah fitur-fitur yang selanjutnya digunakan pada tahap klasifikasi.

3.3.4 Klasifikasi

Setelah mendapatkan fitur-fitur utama pada citra uang kertas, pola yang terdapat pada fitur-fitur tersebut perlu dikenali untuk mengetahui apakah pola tersebut diklasifikasikan sebagai uang kertas asli atau palsu. Tahap klasifikasi pada penelitian ini menggunakan jaringan syaraf tiruan LVQ dan *Backpropagation*. Kedua jenis metode tersebut tidak dikombinasikan melainkan akan dibandingkan, sehingga klasifikasi akan dilakukan melalui dua metode. Jaringan LVQ (*Learning Vector Quantization*) merupakan salah satu jaringan syaraf tiruan yang melakukan pembelajaran secara terawasi. LVQ mengklasifikasikan input secara berkelompok ke dalam kelas yang sudah didefinisikan melalui jaringan yang telah dilatih, begitu juga halnya dengan *Backpropagation*. Pada penentuan keaslian uang kertas Rupiah, klasifikasi akan didasarkan pada hasil ekstraksi fitur yang berada pada ruang warna HSV.

3.4 Pengujian Sistem

Masing-masing *prototipe* sistem, baik dengan metode LVQ maupun *Backpropagation* nantinya akan diuji dari sisi fungsionalitas sistem, tingkat akurasi sistem dalam mengklasifikasikan uang asli atau palsu, tingkat kedekatan hasil klasifikasi dengan hasil sesungguhnya, dan waktu pemrosesan klasifikasi. Sisi fungsionalitas sistem akan diuji dengan menggunakan metode *black box*. Tingkat akurasi klasifikasi sistem dihitung dengan menggunakan persentase keberhasilan klasifikasi. Tingkat kedekatan hasil klasifikasi dengan hasil sesungguhnya dihitung dengan *Mean Absolute Error*. Waktu pemrosesan klasifikasi ditentukan berdasarkan lama pemrosesan yang dibutuhkan dalam satuan waktu tertentu, misalkan detik.

BAB IV

**BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN**

4.1 Anggaran Biaya

Tabel 4.1 Anggaran Biaya Penelitian Dosen Muda yang Diajukan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No. | Jenis pengeluaran | Biaya yang Diusulkan (Rp) |
| 1 | Biaya Programmer | 2.500.000,00 |
| 2 | Bahan Habis Pakai | 1.000.000,00 |
| 3 | Perjalanan dan Konsumsi | 800.000,00 |
| 4 | Peralatan Penunjang | 700.000,00 |
| 5 | Lain-lain (Publikasi Jurnal Ilmiah) | 1.000.000,00 |
| Jumlah | | 5.000.000,00 |

4.2 Jadwal Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan dalam jangka waktu enam bulan dengan jadwal kegiatan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Jadwal Penelitian

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Kegiatan** | **Bulan ke** | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| 1. | Persiapan |  |  |  |  |  |  |
| 2. | Studi Literatur |  |  |  |  |  |  |
| 3. | Analisis Kebutuhan Sistem |  |  |  |  |  |  |
| 4. | Pengumpulan Data |  |  |  |  |  |  |
| 5. | Desain Sistem |  |  |  |  |  |  |
| 6. | Implementasi Sistem |  |  |  |  |  |  |
| 7. | Pengujian Sistem |  |  |  |  |  |  |
| 8. | Penyusunan Laporan Penelitian |  |  |  |  |  |  |
| 9. | Publikasi Ilmiah Hasil Penelitian |  |  |  |  |  |  |

DAFTAR PUSTAKA

"Mean Absolute Error" (n.d.). . diambil 10 Juni 2018, dari https://www.kaggle.com/wiki/MeanAbsoluteError.

Fausett, L. 1994. **Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications**. New Jersey: Prentice-Hall.

Haykin, S. S. 2009. **Neural Networks and Learning Machines**, Third Edit. New Jersey: Pearson Education, diambil dari http://books.google.pt/books?id=KCwWOAAACAAJ.

Indonesia, A. of the R. of 1999. "Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1999 tentang Bank Indonesia". diambil dari http://www.bi.go.id/id/tentang-bi/uu-bi/Documents/uu bi 23 th 99.pdf.

Indonesia, B. 2010. **Ciri-Ciri Keaslian dan Standar Kualitas Uang Rupiah**. Jakarta.

Jasril, Surya, C. M., dkk. 2015. "Implementasi Learning Vector Quantization (LVQ) dalam Mengidentifikasi Citra Daging Babi dan Daging Sapi". **Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 7**, 176–184.

Pawar, P. D., dan Kale, B. S. 2014. "Recognition of Indian Currency Note Based on HSV Parameters". **International Journal of Science and Research (IJSR)**, *3*(6), 132–137.

Putra, D. 2010. **Pengolahan Citra Digital**. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Wicaksono D., D. G. 2007. **Perangkat Lunak Identifikasi Nilai Nominal dan Keaslian Uang Kertas Rupiah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation**. Universitas Indonesia.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

**Lampiran 1. Justifikasi Anggaran Penelitian**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1.      Biaya Programmer** | | | | | |
| **No** | **Honor** | **Honor/Jam (Rp)** | **Waktu Kerja (jam/minggu)** | **Minggu** | **Jumlah** |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| **Total** | | | | |  |
| **2.      Bahan Habis Pakai** | | | | | |
| **No** | **Material** | **Justifikasi Anggaran** | **Kuantitas** | **Harga Satuan** | **Jumlah** |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |  |
|  | | | | |  |
|  | | | | | |
| **No** |  |  | **Kuantitas** | **Harga Satuan** | **Jumlah** |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| **Total** | | | | |  |
| **4.      Peralatan Penunjang** | | | | | |
| **No** | **Material** | **Justifikasi Anggaran** | **Kuantitas** | **Harga Satuan** | **Jumlah** |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
|  | | | | |  |
|  | | | | | |
| **TOTAL** | | | | |  |

Lampiran 2. Susunan Organisasi Tim Peneliti dan Pembagian Tugas

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Nama/NIDN | Instansi Asal | Bidang Ilmu | Alokasi waktu (jam/minggu) | Uraian Tugas |
| 1 | I Gusti Ayu Agung Diatri Indradewi/0811078901 | STMIK STIKOM Indonesia | Teknik Informatika | 12 Jam / minggu | Menganalisis permasalahan, merancang dan membangun sistem, mengkoordinasikan pengujian. |
| 2 | I Ketut Widhi Adnyana/0815118901 | STMIK STIKOM Indonesia | Teknik Informatika | 12 Jam / minggu | Menganalisis permasalahan, mengumpulkan data, menyusun laporan. |

**Lampiran 3. Biodata Ketua/Anggota Tim Peneliti/Pelaksana**

1. **Ketua Peneliti**
2. **Identitas Diri**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | Nama Lengkap | I Gusti Ayu Agung Diatri Indradewi, S.Kom., M.T. |
| 2. | Jenis Kelamin | Perempuan |
| 3. | Jabatan Fungsional | - |
| 4. | NIDN | 0811078901 |
| 5. | Tempat dan Tanggal Lahir | Denpasar, 11 Juli 1989 |
| 6. | E-Mail | diatri.indradewi@stiki-indonesia.ac.id |
| 7. | Nomor HP | 081805584415 |
| 8. | Alamat Kantor | Jl. Tukad Pakerisan 97 Denpasar, Bali |
| 9. | Nomor Telepon/Faks | 0361 - 256995 |
| 10. | Lulusan yang Telah Dihasilkan |  |
| 11. Mata Kuliah yg Diampu | | 1. Algoritma dan Pemrograman |
| 1. Pengolahan Citra Digital |
| 1. Sistem Basis Data |
| 1. Riset Teknologi Informasi |

**B. Riwayat Pendidikan**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **S-1** | **S-2** |
| Nama Perguruan Tinggi | Universitas Udayana | Universitas Udayana |
| Bidang Ilmu | Ilmu Komputer | Teknik Elektro : Konsentrasi Manajemen Sistem Informasi dan Komputer |
| Tahun Masuk-Lulus | 2007 - 2011 | 2012 - 2015 |
| Judul Skripsi/Thesis | Metode Ekstraksi Ciri pada Verifikasi Citra Selaput Pelangi (*Iris*) Menggunakan Transformasi *Haar Wavelet* | Identifikasi Biometrik *Iris* dengan Metode *Snake Model-PSO* dan *Gabor 2-D* |
| Nama Pembimbing | I Gede Arta Wibawa, S.Kom., M.Kom. | Dr. Eng. Putu Agung Bayupati, S.T., M.T. |

**C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Tahun | Judul Penelitian | Pendanaan | |
| Sumber | Jml (juta Rp) |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Tahun | Judul Pengabdian Kepada  Masyarakat | Pendanaan | |
| Sumber | Jml (juta Rp) |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No. | Judul Artikel Ilmiah | Nama Jurnal | Volume/Nomor/Tahun |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No. | Nama Pertemuan  Ilmiah/Seminar | Judul Artikel  Ilmiah | Waktu dan Tempat |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Dosen Pemula

|  |
| --- |
| Denpasar, 21 Juni 2018 |
| Pengusul, |
|  |
| (I Gusti Ayu Agung Diatri Indradewi, S.Kom., M.T.) |

1. **Anggota Peneliti**
2. **Identitas Diri**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | Nama Lengkap | I Ketut Widhi Adnyana, S.Kom., M.Kom. |
| 2. | Jenis Kelamin | Laki-Laki |
| 3. | Jabatan Fungsional | Asisten Ahli |
| 4. | NIDN | 0815118901 |
| 5. | Tempat dan Tanggal Lahir | Denpasar, 15 november 1989 |
| 6. | E-Mail | ketut.widhi@stiki-indonesia.ac.id |
| 7. | Nomor HP | 081916317315 |
| 8. | Alamat Kantor | Jl. Tukad Pakerisan 97 Denpasar, Bali |
| 9. | Nomor Telepon/Faks | 0361 - 256995 |
| 10. | Lulusan yang Telah Dihasilkan |  |
| 11. Mata Kuliah yg Diampu | | 1. Enterprise information system |
| 1. Object oriented programming |
| 1. Sistem Basis Data |
| 1. Basis data lanjut |

**B. Riwayat Pendidikan**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **S-1** | **S-2** |
| Nama Perguruan Tinggi | STMIK AKAKOM Yogyakarta | Universitas Komputer Indonesia |
| Bidang Ilmu | Sistem Informasi | Sistem Informasi |
| Tahun Masuk-Lulus | 2007-2013 | 2013-2015 |
| Judul Skripsi/Thesis | *Sistem informasi penjualan pada wadezig! Distro yogyakarta* | *Pengembangan layanan sisem informasi rawat inap dengan enterprise architecture planning (studi kasus : rumah sakit umum daerah kota bandung)* |
| Nama Pembimbing | L.N. Harnaningrum., S.Si., M.T | Dr. Didi Rosiyadi., S.Kom., M.Kom.  Dr. Ir. Yeffry handoko putra M.T |

**C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Tahun | Judul Penelitian | Pendanaan | |
| Sumber | Jml (juta Rp) |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Tahun | Judul Pengabdian Kepada  Masyarakat | Pendanaan | |
| Sumber | Jml (juta Rp) |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No. | Judul Artikel Ilmiah | Nama Jurnal | Volume/Nomor/Tahun |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No. | Nama Pertemuan  Ilmiah/Seminar | Judul Artikel  Ilmiah | Waktu dan Tempat |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Dosen Pemula

|  |
| --- |
| Denpasar, 21 Juni 2018 |
| Pengusul, |
|  |
| (I Ketut Widhi Adnyana, S.Kom., M.Kom.) |

**SURAT PERNYATAAN KETUA PENGUSUL**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : I Gusti Ayu Agung Diatri Indradewi, S.Kom., M.T.

NIDN : 0811078901

Pangkat / Golongan : Penata Muda / IIIB

Jabatan Fungsional : Asisten Ahli

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian saya yang dengan judul : *Analisis Perbandingan Metode LVQ dan Backpropagation dalam Penentuan Keaslian Uang Kertas Rupiah Berbasis Parameter HSV*, yang diusulkan dalam Hibah Penelitian Pengembangan Dosen untuk tahun anggaran 2018 **bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga / sumber dana lain.**

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyatan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Denpasar, 21 Juni 2018 |
| Mengetahui, | Yang menyatakan, |
| Kepala LPPM STMIK STIKOM Indonesia |  |
|  |  |
| Ida Bagus Ary Indra Iswara, M.Kom. | I Gusti Ayu Agung Diatri Indradewi, S.Kom., M.T. |
| NIP/NIK: 1403210 | NIP/NIK: |