

PENGENALAN NOMINAL UANG KERTAS MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION

Widdha Mellyssa

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: widdha_1912@yahoo.com

Abstrak – Uang kertas merupakan salah satu alat pembayaran yang masih banyak digunakan oleh masyarakat, walaupun dewasa ini penggunaan uang elektronik atau *e-money* sudah menjadi gaya hidup. Masyarakat juga sudah melakukan transaksi tidak hanya dengan manusia tetapi juga dengan mesin seperti menabung uang on-line atau membeli barang dengan perantara mesin. Dengan demikian, teknologi untuk pendeteksi atau pembacaan nominal uang khususnya untuk uang kertas juga terus berkembang. Selaras dengan kondisi tersebut, maka penelitian ini bertujuan menciptakan suatu sistem yang dapat membaca nominal uang kertas menggunakan pengenalan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. Uang kertas yang digunakan adalah uang kertas dengan nominal Rp 20.000, Rp 50.000, dan Rp 100.000. Uang kertas yang telah disinari cahaya ultraviolet (UV) diambil gambar menggunakan webcam. Citra uang selanjutnya diproses dengan tahapan *preprocessing*, segmentasi, *thinning*, ekstraksi ciri dan pengenalan angka oleh sistem. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan hasil bahwa tingkat akurasi sistem mendeteksi nominal uang kertas sebesar 78,8%, tingkat presisi mendeteksi nominal 20.000 sebesar 96,67%, nominal 50.000 sebesar 73,3%, dan nominal 100.000 sebesar 66,67%.

Kata-kata kunci: uang, webcam, JST Backpropagation, akurasi, presisi

I. PENDAHULUAN

Uang merupakan alat pembayaran yang masih banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia, walaupun sekarang ini masyarakat juga sudah menggunakan uang elektronik atau *e-money*. Transaksi keuangan menggunakan uang tunai biasa dilakukan antar manusia, namun sesuai perkembangan jaman, transaksi juga sudah melibatkan mesin, contohnya mesin ATM setor-tarik, mesin penjual barang (*vending machine*) seperti minuman kaleng dan snack, dan lain sebagainya.

Bagi negara maju seperti Jepang dan Singapura, penggunaan mesin untuk transaksi tunai sudah sangat biasa. Walau kalah dari kedua negara tersebut namun, pada tahun 2017 lalu sudah diprediksi bahwa tahun 2018 ini, Indonesia akan mengalami peningkatan jumlah penggunaan (*vending machine*) seiring dengan terbiasanya masyarakat menggunakan uang elektronik [1]. Beberapa bank di Indonesia juga sudah menyediakan mesin setor tunai (*Cash Recycle Machine/CRM*) sebagai sarana untuk mempermudah masyarakat melakukan setoran tunai. Mesin ini sangat berguna dalam meningkatkan efisiensi sehingga bank dapat menghemat waktu dan biaya operasional dalam pelayan setor tunai [2].

Melihat semakin banyaknya mesin yang diciptakan untuk transaksi tunai, maka sudah bisa diprediksi bahwa di waktu akan datang teknologi ini akan semakin berkembang pesat. Mesin-mesin yang digunakan dalam transaksi uang tunai tersebut, membutuhkan kemampuan pembacaan nominal uang secara akurat.

Penelitian ini, bertujuan membaca nominal uang kertas berdasarkan data citra yang diambil oleh kamera secara real-time. Sebelum pengambilan data citra, uang

kertas disinari dengan lampu ultraviolet (UV) untuk menghasilkan pendaran warna unik dari uang kertas asli. Pendaran cahaya dari uang kertas tersebut turut memunculkan nominal uang kertas..

Adapun metode yang digunakan untuk memproses data citra, dimulai dengan *preprocessing*, segmentasi, ekstraksi ciri dan pembacaan nominal uang kertas dengan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Backpropagation. *Preprocessing*, meliputi penentuan threshold sebagai variabel yang digunakan untuk mengubah citra *grayscale* ke citra *black-white*. Selanjutnya melakukan penghilangan *noise* agar nominal uang kertas mudah dideteksi saat melakukan proses segmentasi.

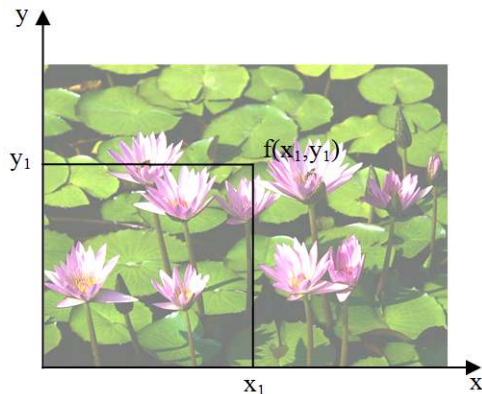
Sistem diuji dengan menggunakan 90 lembar uang asli yang terdiri dari 30 lembar pecahan uang Rp 20.000, 30 lembar uang pecahan Rp 50.000 dan 30 lembar pecahan uang Rp 100.000. Pengujian dilakukan dengan menghitung nilai akurasi yaitu tingkat ketepatan sistem dalam mendeteksi keseluruhan nominal uang kertas dan presisi yaitu tingkat ketepatan sistem dalam melakukan klasifikasi terhadap ketiga nominal uang yang berbeda.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Citra merupakan suatu representasi dari suatu objek sebagai bentuk visual yang dapat ditangkap oleh indra penglihatan secara baik. Citra juga merupakan representasi visual dari suatu objek setelah mengalami berbagai transformasi data dari berbagai bentuk rangkaian numerik. Citra dalam bentuk lainnya dapat berupa foto dari kamera foto dari bagian dalam dari tubuh seseorang menggunakan sinar-X dan lain

sebagainya [3]. Citra juga dapat dibedakan menjadi citra kontinu dan citra diskrit. Citra kontinu berasal dari sistem optic yang menerima sinyal analog, sedangkan citra diskrit berasal dari proses digitalisasi terhadap citra kontinu atau disebut juga sebagai citra digital [4].

Citra digital dapat direpresentasikan sebagai suatu fungsi dua dimensi $f(x,y)$, dimana nilai $f(x,y)$ adalah intensitas citra pada koordinat tersebut (gambar 1). Suatu titik pada sebuah citra digital sering disebut sebagai *image element/ picture element/ piksel* [3] [5].



Gbr. 1 Elemen Citra

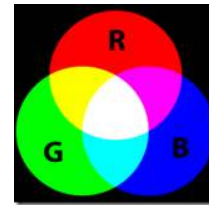
Pengolahan citra digital dilakukan untuk mengolah citra digital dengan maksud menghasilkan citra sesuai dengan kebutuhan. Operasi pengolahan citra digital umumnya dilakukan untuk memperbaiki kualitas suatu citra agar dengan mudah diinterpretasi oleh mata manusia. Dengan perbaikan tersebut dimaksudkan agar lebih mudah mendapatkan informasi yang terdapat dalam citra tersebut secara otomatis. Teknologi pengolahan citra digital juga sudah berkembang dengan cepat sehingga sudah muncul aplikasi yang dapat digunakan. Pada penelitian ini, digunakan Matlab sebagai piranti lunak pengolahan citra digital.

A. Citra Warna

Di dalam dunia digital dikenal 2 jenis citra, antara lain citra berwarna dan dan citra monokrom. Perbedaan diantara keduanya adalah pada informasi warna pada setiap piksel.

Hal yang terpenting dalam memanipulasi data citra adalah pada informasi warna pada setiap piksel. Informasi ini seperti layaknya informasi kata-kata yang ada pada file text seperti .txt. Pada citra berwarna informasi ini biasa dipecah dalam 3 komponen warna yaitu RGB (*Red Green Blue*).

Pada pengubahan sebuah gambar menjadi grayscale dapat dilakukan dengan cara mengambil semua pixel pada gambar kemudian warna tiap pixel akan diambil informasi mengenai 3 warna dasar yaitu merah, biru an hijau (melalui fungsi `warnatoRGB`), ketiga warna dasar ini akan dijumlahkan kemudian dibagi tiga sehingga didapat nilai rata-rata[6].



Gbr. 2 Kombinasi Warna RGB

B. Grayscale

Citra digital *grayscale* adalah citra dimana nilai tiap piksel di dalamnya adalah berupa sampel tunggal. Hasil citra yang ditunjukkan jenis ini secara khusus terdiri atas warna kelabu yang terbagi dalam rentang warna dari hitam di intensitas yang paling lemah sampai putih dengan intensitas yang paling kuat. Citra jenis ini biasa juga disebut citra *black-white* atau disebut sebagai monokromatik.

Citra *grayscale* dapat dihasilkan dari citra RGB dengan mengalikan ketiga komponen warna citra RGB dengan suatu koefisien yang jumlahnya satu. Citra *grayscale* dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$Y = (a \times R) + (b \times G) + (c \times B) \quad (1)$$

dengan Y adalah citra *grayscale* dan a, b, c adalah variabel koefisien dengan nilai $a + b + c = 1$.

Dalam komputasi, walaupun *grayscale* dapat dihitung dengan bilangan rasional, piksel citra akan disimpan dalam bentuk biner dan sudah dikuantisasi. Hal ini disebabkan karena *grayscale* citra memiliki sturuktur yang lebih sederhana daripada citra warna RGB sehingga untuk komputasi dan pengolahan citra dapat lebih cepat dan efisien. Intensitas keabuan biasanya disimpan sebagai data citra 8 bit per sampel piksel atau 256 intensitas warna gray dari nilai 0 (hitam) dan 255 (putih)[7].



Gbr. 3 Citra RGB menjadi citra grayscale

C. Jaringan Syaraf Tiruan *BackPropagation*

JST didefinisikan sebagai suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan syaraf manusia [8]. Sistem ini memiliki pengetahuan dalam menganalisa suatu masalah dan melakukan pekerjaan-pekerjaan klasifikasi pola, pemodelan sistem, dan memori asosiasi. Klasifikasi pola digunakan untuk menganalisis pola-pola masukan dengan cara mencari kemiripan pola-pola masukan. Pemodelan sistem digunakan untuk membuat simulasi sistem yang mampu menghasilkan keluaran dari suatu pola masukan yang akan disimulasikan. Sedangkan memori asosiasi digunakan untuk menganalisis pola masukan yang tidak lengkap, misalnya pola masukan

memiliki derau, terpotong-potong, rusak dan hanya bisa tampil sebagian.

Ciri utama dari JST adalah pada kemampuannya dalam hal *learning* (belajar). Proses belajar pada JST dapat dilihat sebagai cara untuk memperbaiki arsitektur jaringan dan bobot koneksi [9]. Secara umum proses belajar pada JST digolongkan menjadi dua bagian yaitu:

1. Belajar dengan pengawasan (*supervised learning*)

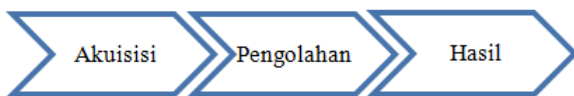
Pada proses belajar dengan pengawasan, jaringan diberikan target yang harus dicapai sebagai dasar untuk mengubah hubungan interkoneksi atau bobot pada jaringan. Contoh jaringan yang belajar dengan pengawasan adalah *Back Propagation*.

2. Belajar tanpa pengawasan (*unsupervised learning*)

Pada proses tanpa pengawasan, jaringan dibekali dengan pengetahuan dasar (parameter-parameter jaringan) dan kemudian mengorganisasikan sendiri hubungan-hubungan interkoneksi dalam dirinya atas masukan yang diberikan sehingga dengan demikian target tidak dibutuhkan. Contoh jaringan yang belajar tanpa pengawasan adalah *Adaptive Resonance Theory (ART), Kohonen, Adeline*.

III. METODOLOGI

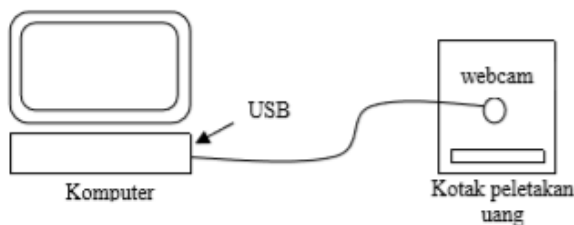
Secara garis besar pemodelan dari system yang dibuat adalah seperti gambar 4 berikut:



Gbr. 4 Blok diagram sistem

A. Akuisisi

Kotak peletakan uang dirancang dengan mempertimbangkan jarak webcam dan uang kertas sebagai objek penelitian berada pada posisi yang sama. Perancangan kotak ini juga membantu dalam pengaturan pencahayaan sehingga didapat kondisi cahaya yang sama walaupun berada di waktu atau tempat yang berbeda (Gambar 5).

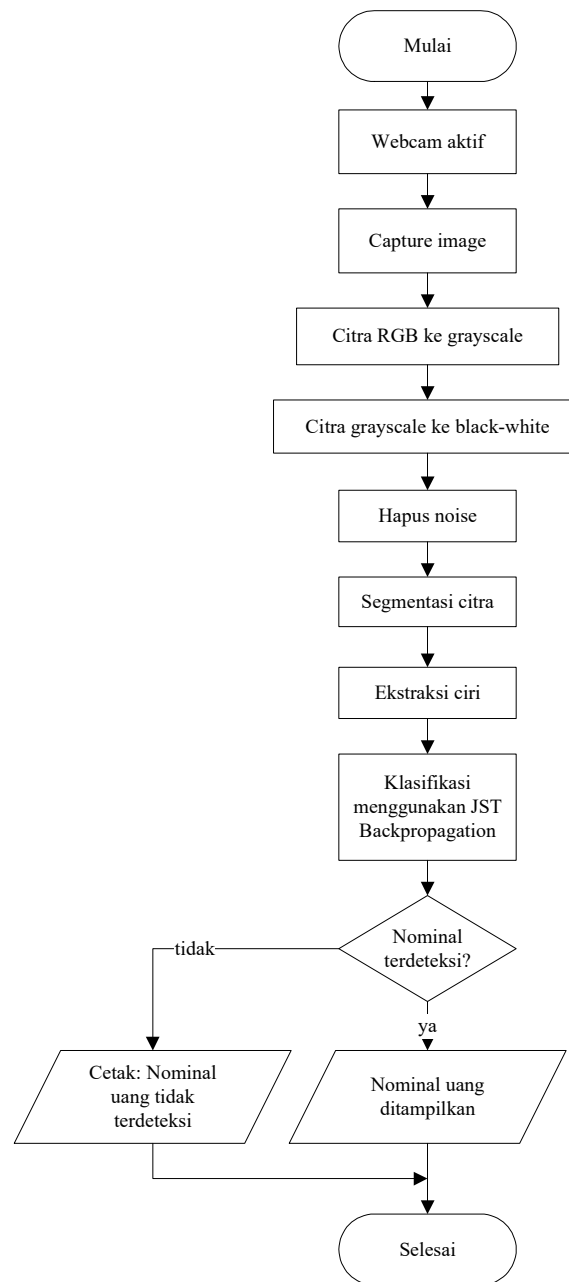


Gbr. 5 Implementasi Sistem

B. Proses Pengolahan

Proses pengolahan dibagi ke dalam 3 tahapan antara lain pengaktifan webcam, pengolahan citra dan klasifikasi uang menggunakan metode JST backpropagation.

Adapun sistem penentuan nominal uang kertas secara umum dapat dilihat pada Gambar 6.



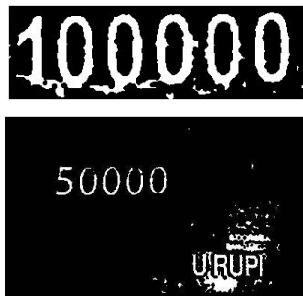
Gbr. 6 Flowchart Sistem Keseluruhan

Saat program dijalankan maka webcam akan otomatis aktif dan hasil rekaman akan ditampilkan pada gui matlab. Pada tampilan gui telah disiapkan tombol 'capture' untuk mengambil data citra yang selanjutnya akan masuk ke dalam tahap *preprocessing* citra.

Preprocessing citra dimulai dengan mengubah citra RGB ke citra *grayscale* dan selanjutnya diubah ke bentuk citra black and white. Citra uang yang digunakan dalam penelitian ini adalah uang Rp 20.000, Rp 50.000, dan Rp. 100.000, tiap jenis uang memiliki karakteristik masing-masing jika dilihat dari warna asli uang, letak pendaran keemasan, dan intensitas warna pada pendaran keemasan. Oleh sebab itu, untuk mengubah citra *grayscale* ke citra black and white membutuhkan nilai

threshold yang berbeda-beda. Setelah citra *black-white* didapat, proses selanjutnya adalah proses perbaikan citra yaitu menghilangkan *noise* yang muncul dari proses sebelumnya.

Proses selanjutnya adalah segmentasi yaitu proses pemisahan sebuah citra menjadi beberapa buah citra per satu buah angka. Saat proses ini, tidak menutup kemungkinan masih terdapatnya *noise* sehingga mengganggu proses segmentasi (gambar 7). Tindakan selanjutnya adalah dengan melakukan kembali perbaikan citra dengan menghilangkan *noise* tersebut.



Gbr. 7 Contoh *noise* yang masih muncul saat proses segmentasi

Hasil segmentasi berupa citra angka akan dikenali menggunakan JST backpropagation. JST ini digunakan untuk mendeteksi angka yang telah dinyatakan dalam matriks vektor angka. Algoritma yang digunakan dalam JST backpropagation terdiri dari 2 proses antara lain proses belajar dan proses pengujian.

Hasil pengenalan angka yang telah dilakukan akan dihitung tingkat keberhasilan menggunakan perhitungan akurasi dan presisi menggunakan rumus berikut:

$$Akurasi = \frac{Nominal\ yang\ dideteksi\ benar}{Jumlah\ uang\ yang\ diuji\ coba} \times 100\% \quad (2)$$

$$Presisi = \frac{Jumlah\ data\ dideteksi\ benar}{Jumlah\ semua\ yang\ diuji} \times 100\% \quad (3)$$

dengan data adalah nominal uang.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Preprocessing

Tahap ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra agar nominal uang dapat terdeteksi dengan mudah. Untuk setiap nominal uang yang berbeda maka perlakuannya juga berbeda dikarenakan perbedaan kualitas warna dan intensitas warna keemasan yang dimiliki masing-masing jenis uang.

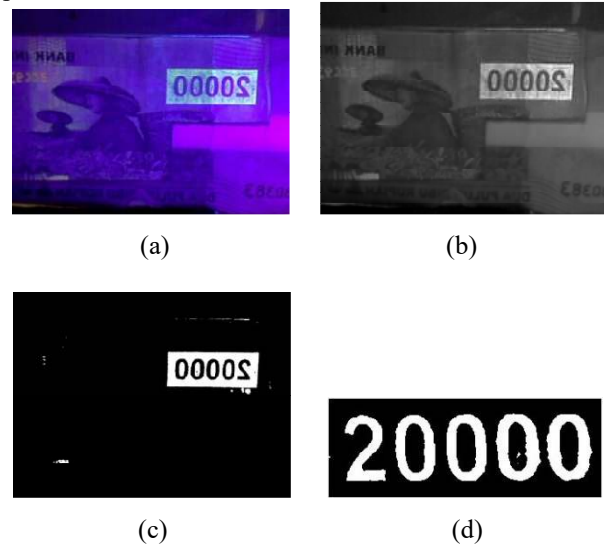


Gbr. 8 Pancaran Keemasan pada Uang Kertas

Citra warna uang Rp 20.000 memiliki pancaran keemasan yang lebih terang dibandingkan dengan

nominal uang Rp 50.000 dan Rp 100.000. Perbandingan pancaran keemasan untuk setiap nominal uang dapat dilihat pada Gambar 8.

Preprocessing dimulai dengan proses perubahan citra warna menjadi citra *grayscale*, dilanjutkan dengan perubahan ke citra *black-white* dan yang terakhir adalah *cropping*. Hasil untuk setiap proses dapat dilihat pada Gambar 9.



Gbr. 9 (a) Citra Uang Rp 20.000, (b) Citra *Grayscale*, (c) Citra *black-white*, dan (d) hasil *preprocessing*

B. Segmentasi

Dari hasil *preprocessing* maka akan dilanjutkan dengan proses segmentasi. Proses ini dilakukan untuk mendapatkan angka yang akan menjadi input pada jaringan syaraf tiruan. Jumlah segmentasi yang diperoleh dari segmentasi ini tidak selalu sama dengan jumlah angka yang terdapat setelah *preprocessing*. Hal tersebut dikarenakan, masih terdapatnya *noise* yang ukurannya hampir sama dengan angka yang akan disegmentasi. Selain itu, angka yang terpotong juga akan menyebabkan jumlah segmentasi akan melebihi jumlah angka yang seharusnya. Akan tetapi, proses ini tetap dianggap berhasil karena, segmentasi hanya memisahkan karakter sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

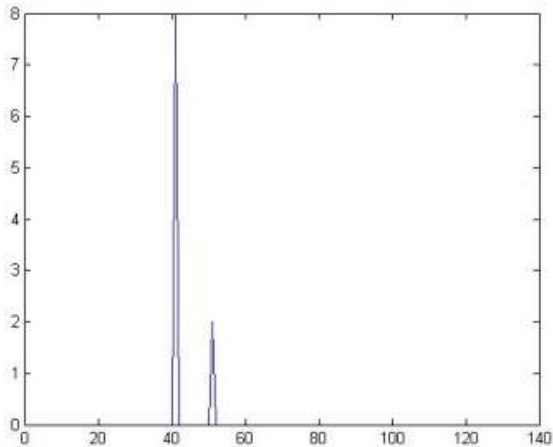
C. Thinning dan Ekstraksi Ciri

Proses *thinning* ini berfungsi untuk mengurangi jumlah piksel '1' pada matriks angka. Hal ini dilakukan untuk mempersempit terdapatnya perbedaan jumlah piksel yang dimiliki oleh angka yang sama.

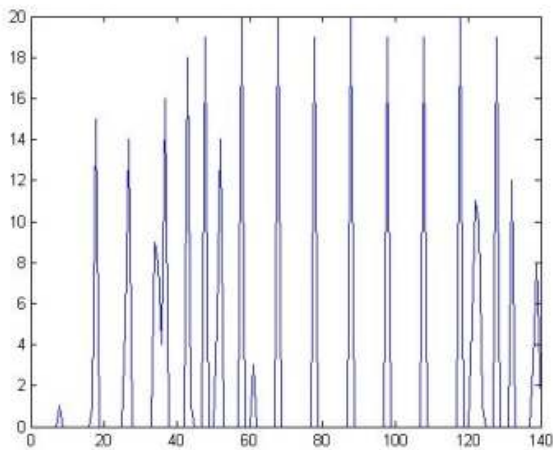


Gbr. 10 Hasil *Thinning*

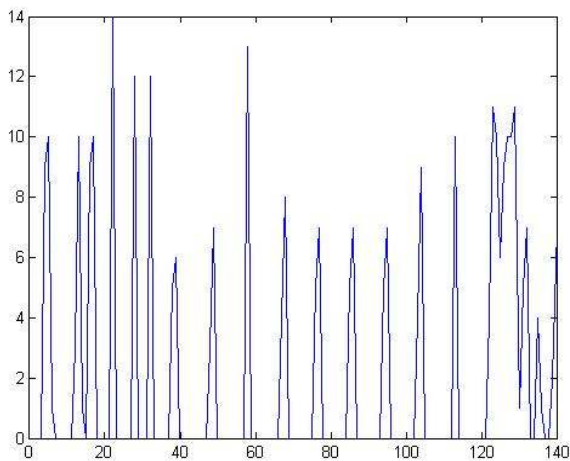
Ekstraksi ciri dilakukan untuk mendapat informasi dari angka yang akan dideteksi. Semakin berbedanya informasi antara satu angka dengan angka yang lain maka akan lebih memudahkan sistem dalam pendeteksian. Proses ini hanya dilakukan pada angka 1,2, dan 5 saja, karena ketiga angka ini sudah cukup untuk menentukan nominal uang kertas yang akan dideteksi. Metode ekstraksi ciri adalah dengan membagi angka ke dalam 140 region. Adapun ciri yang didapat adalah sebagai berikut:



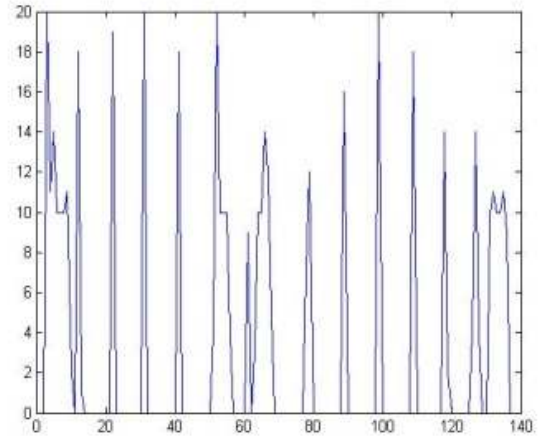
(a)



(b)



(c)



(d)

Gbr. 11 Ekstraksi Ciri, (a) Angka 1 (kolom ≤ 50), (b) Angka 1 (kolom ≥ 50), (c) Angka 2, dan (d) Angka 5

D. JST Backpropagation

JST Backpropagation adalah metode pengenalan cirri untuk mendeteksi angka pada setiap jenis uang kertas. Proses pengenalan diawali dengan member data latih yang berjumlah 60 sampel dan dibagi dalam 30 kelas. Angka 1 memiliki 28 sampel, angka 2 memiliki 14 sampel dan angka 5 memiliki 18 sampel. Perbedaan jumlah sampel ini dilihat dari kondisi pola angka yang terdapat pada uang kertas, semakin banyak sampel menunjukkan keberagaman pola angka yang didapat dari proses *preprocessing*. Dengan *neural network* yang memiliki *input layer* sebanyak 140 node, 1 *hidden layer* yang masing-masing terdiri dari 36 node dan sebuah *output layer* dengan 1 node.

TABEL I
Hasil Pengujian Data Latih

Angka	Jumlah angka	Jumlah benar	Presentasi kebenaran
1	28	28	100 %
2	14	14	100 %
5	18	18	100 %
Total	60	60	100 %

Pengujian selanjutnya menggunakan angka-angka yang belum pernah dilatihkan. Data yang akan diuji sebanyak 90 sampel, 30 sampel uang Rp 20.000, 30 sampel uang Rp 50.000 dan 30 sampel uang Rp 100.000. Adapun hasil pengujiannya seperti ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

TABEL II
Hasil Pengujian Data Latih

		Hasil Deteksi			
		Rp 20.000	Rp 50.000	Rp 100.000	Tidak terdeteksi
uang yang dideteksi	Rp 20.000	29			1
	Rp 50.000	1	22		7
	Rp 100.000	2	2	20	6

Dari hasil pengujian dapat dihitung nilai akurasi dan presisi.

Akurasi

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah semua data dideteksi benar}}{\text{Jumlah semua data yang diuji}}$$

$$\text{Akurasi} = \frac{71}{90} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 78,8 \%$$

Presisi

$$\text{Presisi}_{Rp\ 20.000} = \frac{\text{Jumlah data Rp 20.000 yang diteksi benar}}{\text{Jumlah semua data Rp 20.000 yang diuji}}$$

$$\text{Presisi}_{Rp\ 20.000} = \frac{29}{30} \times 100\%$$

$$\text{Presisi}_{Rp\ 20.000} = 96,67 \%$$

$$\text{Presisi}_{Rp\ 50.000} = \frac{\text{Jumlah data Rp 50.000 yang diteksi benar}}{\text{Jumlah semua data Rp 50.000 yang diuji}}$$

$$\text{Presisi}_{Rp\ 50.000} = \frac{22}{30} \times 100\%$$

$$\text{Presisi}_{Rp\ 50.000} = 73,3 \%$$

$$\text{Presisi}_{Rp\ 100.000} = \frac{\text{Jumlah data Rp 100.000 yang diteksi benar}}{\text{Jumlah semua data Rp 100.000 yang diuji}}$$

$$\text{Presisi}_{Rp\ 100.000} = \frac{20}{30} \times 100\%$$

$$\text{Presisi}_{Rp\ 100.000} = 66,67 \%$$

V. KESIMPULAN

Perancangan dan implementasi sistem pendeteksian nominal uang kertas dengan menggunakan pengenalan JST backpropagation telah berhasil dilakukan. Citra dari uang kertas diambil secara realtime dan diolah melalui tahapan *preprocessing*, segmentasi, *thinning*, ekstraksi ciri dan pengenalan angka oleh sistem. Dari hasil pengujian maka didapatkan hasil keberhasilan pengenalan angka pada proses pengujian data yang telah diajarkan adalah 100% , keberhasilan pengenalan angka pada proses pengujian data yang belum pernah diajarkan adalah 78,8 % , tingkat presisi pendeteksian nominal Rp 20.000 sebesar 96,67%, nominal Rp50.000 sebesar 73,3%, dan nominal Rp 100.000 sebesar 66,67%.

REFERENSI

[1] pikiran-rakyat.com. (2017, 21 Desember). Ini Kiprah Mesin Jual Otomatis di Indonesia. Diakses pada 2 September 2019, dari [https://www.pikiran-](https://www.pikiran-rakyat.com/ekonomi/2017/12/21/ini-kiprah-mesin-jual-otomatis-di-indonesia-416083)

[rakyat.com/ekonomi/2017/12/21/ini-kiprah-mesin-jual-otomatis-di-indonesia-416083](https://www.pikiran-rakyat.com/ekonomi/2017/12/21/ini-kiprah-mesin-jual-otomatis-di-indonesia-416083)

- [2] Galvan Yudistira. (2018, 29 Agustus).Tingkatkan efisiensi, bank besar tambah ratusan mesin setor tarik. Diakses pada 2 September 2019, dari <https://keuangan.kontan.co.id/news/tingkatkan-efisiensi-bank-besar-tambah-ratusan-mesin-setor-tarik>
- [3] Sinurat, S. (2014). Analisa Sistem Pengenalan Wajah Berbentuk Citra Digital dengan Algoritma Principal Components Analysis. *Jurnal Informasi dan Teknologi Ilmiah (INTI)*, 3(1).
- [4] Satrio Waluyo Poetro, B., Sugiharto, A., & Nur Endah, S. (2010, August). KRIPTOGRAFI CITRA DIGITAL DENGAN ALGORITMA RIJNDAEL DAN TRANSFORMASI WAVELET DISKRIT HAAR. In PROSIDING SEMINAR NASIONAL ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS DIPONEGORO 2010.
- [5] Kumaseh, M. R., Latumakulita, L., & Nainggolan, N. (2013). Segmentasi citra digital ikan menggunakan metode thresholding. *Jurnal Ilmiah Sains*, 13(1), 74-79.
- [6] Santi, R. C. N. (2011). Mengubah Citra Berwarna Menjadi Gray-Scale dan Citra Biner. *Dinamik*, 16(1).
- [7] Tim Laboratorium Pengolahan Sinyal Digital. (2009). *Modul Praktikum Pengolahan Sinyal Digital Fakultas Elektro dan Komunikasi*. Universitas Telkom.
- [8] Hermawan, A. (2006). Jaringan Saraf Tiruan Teori dan Aplikasi. *Yogyakarta: Andi*.
- [9] Sukmawan, A. (2008). Implementasi Pembacaan Huruf Hijaiyyah dengan Pendekatan Struktur Melalui Ekstraksi Ciri Vektor dan Pengenalan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan SOMs (Self-Organizing Maps).