

# IDENTIFIKASI KEASLIAN MATA UANG RUPIAH MELALUI INVISIBLE INK BERBASIS FOURIER TRANSFORM MENGGUNAKAN NEURAL LEARNING VECTOR QUANTIZATION

Yusron Rijal

Jurusan Sistem Informasi STIKOMP SURABAYA, email: yusron@stikom.edu

**Abstrak:** Uang merupakan alat yang digunakan untuk proses pertukaran barang dan jasa. Terkait dengan banyaknya uang palsu yang beredar pada saat ini, namun hingga kini belum ditemukan, bahwa uang palsu yang beredar memiliki ciri *invisible ink*. Sehingga dapat diasumsikan, bahwa sampai saat ini *invisible ink* belum bisa dipalsukan.

Pada Penelitian ini telah dibuat sebuah perangkat lunak yang mampu mengidentifikasi keaslian dan nominal dari sebuah mata uang rupiah melalui salah satu ciri mata uang yaitu *invisible ink*. Perangkat lunak yang dibangun memanfaatkan teknologi Pengolahan Citra Digital (PCD) sebagai proses otentikasi dan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) khususnya jaringan syaraf *Learning Vector Quantization* (LVQ) sebagai proses identifikasi. Pada proses otentikasi ada beberapa proses yang akan dilakukan antara lain adalah proses segmentasi dengan menggunakan nilai ambang histogram green, proses penghitungan luasan dengan metode chain-code, dan proses filter luasan sedangkan proses identifikasi nominal mata uang rupiah dilakukan proses ekstraksi ciri dengan Transformasi Fourier Diskrit (TFD) dan jaringan syaraf tiruan LVQ. Dari hasil uji coba yang telah dilakukan menunjukkan prosentase rata-rata keberhasilan pada tahap otentikasi adalah 98,77 % dan prosentase rata-rata pada tahap identifikasi nominal mata uang rupiah adalah 77,604%.

**Kata kunci :** Pengenalan Mata Uang, Pengolahan Citra Digital, Jaringan Syaraf Tiruan, *Learning Vector Quantization*.

## 1. PENDAHULUAN

Pada dasarnya uang berfungsi sebagai alat tukar berupa benda apa saja yang dapat diterima secara umum oleh setiap orang di masyarakat dan sebagai standar satuan nilai, namun ketika uang diaplikasikan sebagai properti maka uang akan memberikan dampak terhadap budaya manusia yang menentukan martabat seseorang di tengah masyarakat (solikin dan suseno, 2002).

Akan tetapi pada akhir-akhir ini, untuk mewujudkan suatu martabat dan memenuhi standar kebutuhan barang atau pun jasa, sering kali seseorang berusaha untuk menduplikasikan bentuk uang yang palsu. Namun, uang palsu yang dibuat memiliki perbedaan mendasar, yaitu tidak terdapatnya *invisible ink*.

Pada saat ini untuk melakukan otentikasi keaslian mata uang rupiah dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain :

1. 3D (Dilihat, Diraba, Diterawang), cara ini biasa digunakan oleh masyarakat umum untuk mengenali keaslian mata uang (otentikasi). Namun cara ini tidak sepenuhnya dapat membuktikan keaslian sebuah mata uang,

karena ada beberapa ciri mata uang yang tidak kasat mata.

2. Dengan menggunakan pancaran lampu ultra-violet, dimana fungsi dari lampu ultra violet adalah untuk memperlihatkan beberapa ciri dari sebuah mata uang terutama terhadap ciri *invisible ink*.

Saat ini komputer telah difungsikan sebagai mesin kontrol atau pengendali otomatis. Bahkan analisa dari pengenalan suatu obyek sudah seperti lazimnya manusia dalam mengenali suatu benda, pengetahuan ini disebut sebagai kecerdasan buatan (*Artificial Intelligent*) yaitu sebuah algoritma untuk meniru kemampuan otak manusia. Otentikasi keaslian mata uang merupakan salah satu contoh kecerdasan buatan yang merupakan pengembangan dari pengenalan pola.

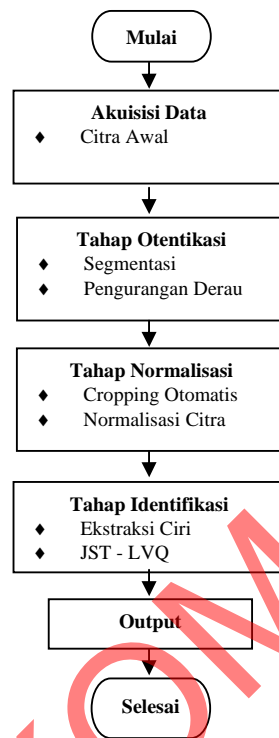
Kerumitan kemampuan otak manusia terhadap proses masukan dari panca indera yang menerima visualisasi dari suatu obyek, dapat ditiru dengan menggunakan teknologi komputer dengan dibantu perangkat keras lain. Pembuatan kecerdasan buatan tentunya dibutuhkan suatu metode khusus untuk mengekstraksi ciri sebuah obyek. Metode

yang dimaksud adalah kombinasi dari Pengolahan Citra (*Image Processing*) dan Jaringan Syaraf Tiruan (*Neural Network*).

Sesuai dengan latar belakang di atas, maka ada beberapa permasalahan yang perlu dikaji yaitu bagaimana merepresentasikan bentuk *invisible ink* dalam mata uang rupiah dengan menggunakan *image processing* dan bagaimana menentukan nominal mata uang rupiah dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan.

## 2. PERANCANGAN SISTEM

Dalam perancangan sistem, secara garis besar dapat digambarkan pada blok diagram berikut:



Gambar 1. Blok Diagram

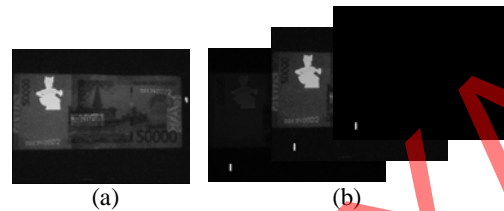
Berdasarkan blok diagram diatas, terdapat 4 tahapan utama yang akan dilakukan pada sistem otentikasi keaslian mata uang, yaitu tahap akuisisi data, tahap otentikasi, tahap normalisasi, tahap identifikasi. Tiap-tiap tahap memiliki proses-proses pengolahan citra di dalamnya.

### Tahap Akuisisi Data

#### Citra Awal

Tahap citra awal bertujuan untuk mempersiapkan citra sebelum memasuki tahap-tahap selanjutnya. Sebagai masukan dari proses ini adalah citra digital yang merupakan hasil *capture* dari *webcam* dengan format BMP dan ukuran resolusi 320x240. Proses-proses yang berlangsung pada tahap citra awal ini adalah proses mendapatkan nilai

*red*, *green*, dan *blue* (Ahcmand Balza dan Firdausi, 2005) (Munir, 2003) seperti pada Gambar 2. berikut ini.



Gambar 2. (a) Citra masukan (b) Citra hasil proses RGB

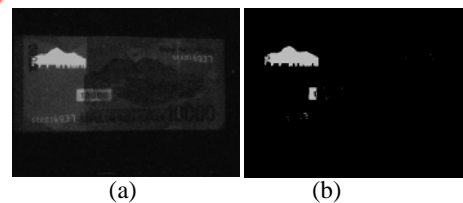
### Tahap Otentikasi

Tahap otentikasi merupakan suatu tahapan untuk mendapatkan sebuah ciri dari mata uang rupiah, dimana pada penelitian ini ciri mata uang yang dicari adalah *invisible ink*. Pada tahap ini ada beberapa proses yang dilakukan, yaitu:

#### Proses Segmentasi

Pada proses segmentasi ini bertujuan untuk mengeliminasi area-area yang dapat dipastikan bukan merupakan *invisible ink*. proses segmentasi akan dilakukan berdasarkan nilai ambang (Ahcmand Balza dan Firdausi, 2005) (Munir, 2003) (Ahmad U, 2005) *histogram green*.

Hasil dari proses segmentasi ditunjukkan pada Gambar 3. berikut ini.



Gambar 3. (a) Citra masukan dan (b) Citra hasil segmentasi

Hasil keluaran yang diharapkan dari proses segmentasi adalah area *invisible ink* yang merupakan ciri dari sebuah mata uang. Tetapi pada prakteknya, terdapat area-area yang dapat dipastikan bukan merupakan *invisible ink*. Area-area tersebut adalah derau yang harus dikurangi sebanyak mungkin karena dapat mengganggu pada proses selanjutnya, yaitu proses *cropping* dan normalisasi. Sehingga sebelum masuk pada tahap normalisasi, akan dilakukan proses pengurangan derau terlebih dahulu yaitu dengan cara pengaburan derau dan filter luas.

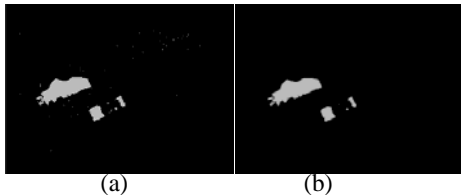
#### Proses Pengaburan Derau

Pengaburan derau bertujuan untuk mengurangi derau-derau kecil dan menghaluskan area-area yang besar. Proses pengaburan ini merupakan bagian dari konvolusi. Pada dasarnya, proses pengaburan adalah perkalian antara matriks kernel dengan matriks citra (Gonzales, Rcdan Woods, 2002) (Munir, 2003).

Pada sistem ini penulis menggunakan matriks kernel rata-rata berukuran 3x3. Ukuran kernel bervariasi, tergantung dengan kebutuhan. Semakin besar ukuran matriks kernel rata-rata, semakin kabur citra yang dihasilkan. Ukuran dari kernel rata-rata dapat diubah bergantung kepada kebutuhan. Sehingga ukuran matriks dari citra yang akan dikalikan mengikuti ukuran dari matriks kernel rata-rata. Operasi konvolusi antara citra  $f(x, y)$  dengan kernel  $g(x, y)$  dapat dituliskan seperti Persamaan 2.1

$$f(x, y) * g(x, y) \quad (2.1)$$

Hasil dari proses pengaburan derau ditunjukkan pada Gambar 4. berikut ini.

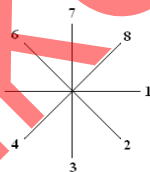


Gambar 4. (a) Citra hasil segmentasi dan (b) Citra hasil pengaburan derau

#### Proses Filter Luas

Proses filter luas ini berfungsi untuk mengurangi area-area yang cukup besar sehingga terlewat oleh proses pengaburan derau, tetapi kurang besar sebagai area *invisible ink*.

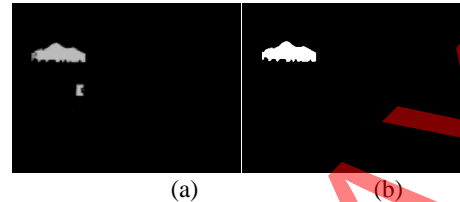
Untuk menghitung luas, penulis menggunakan *Freeman's Chain codes* atau cukup disebut *chain code* sebagai dasar. *Chain code* yang penulis gunakan adalah delapan arah mata angin (Gonzales, Rcdan Woods, 2002) (Munir, 2003) guna mencari arah kemana pergerakan pointer. Pada Gambar 5. akan ditunjukkan bahwa prioritas pertama terletak pada arah kanan dan putaran arah searah dengan putaran jam



Gambar 5. Delapan arah *chain code*

*Chain code* yang digunakan dalam menghitung luasan ini adalah *chain code* yang termodifikasi (Rijal Y Dkk, 2006). Setelah didapatkan luas tiap-tiap area, selanjutnya dicari luas rata-rata dari *invisible ink*, berdasarkan uji coba, maka diketahui bahwa luas area *invisible ink* berkisar antara  $100 < x \leq 2200$ . Sehingga jika pada proses tersebut terdapat area yang tidak memenuhi syarat yang telah ditentukan maka area tersebut akan

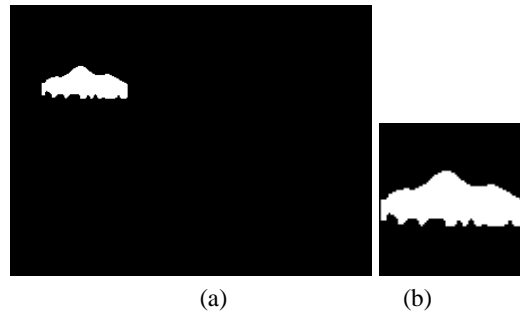
dihitamkan, sedangkan jika area tersebut berada pada interval yang telah ditentukan maka area tersebut akan diberi warna putih yang artinya area tersebut merupakan area *invisible ink*. Dimana area tersebut akan digunakan pada tahap normalisasi. Hasil dari proses filter luas ditunjukkan pada Gambar 6. berikut ini.



Gambar 6. (a) Citra hasil pengaburan derau dan (b) Citra hasil filter luas

#### Tahap Normalisasi

Tahap normalisasi dilakukan sebagai persiapan untuk tahap identifikasi, yaitu membuat data menjadi ukuran tetap yang nantinya data tersebut akan diproses untuk mendapatkan cirinya melalui ekstraksi ciri. Sebelum citra dinormalisasi, akan dilakukan proses *cropping* terlebih dahulu yaitu proses pemotongan citra berdasarkan area yang telah didapatkan pada tahap sebelumnya yaitu tahap otentikasi. Proses *cropping* ini bertujuan untuk mempersempit area citra sebelum memasuki tahap-tahap normalisasi (Rijal Y Dkk, 2006). Sehingga sistem akan berjalan lebih cepat. Pemotongan area berdasarkan nilai ambang yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu  $100 < x \leq 2200$ . Setelah didapatkan hasil dari proses *cropping*, maka proses selanjutnya adalah proses normalisasi yaitu mentransformasi citra hasil *cropping* kedalam citra kosong dengan ukuran 80 x80 piksel dan diletakkan tepat ditengah. Hasil dari tahap normalisasi ditunjukkan pada Gambar 7. berikut ini.



Gambar 7. (a) Citra masukan (b) Citra hasil *cropping* dan normalisasi

#### Tahap Identifikasi

Pada tahap identifikasi nominal mata uang ada dua proses yang dilakukan secara berurutan yaitu dengan cara ekstraksi ciri dan JST - LVQ

Proses Ekstraksi Ciri

Proses ekstraksi ciri adalah proses identifikasi ciri dari mata uang dengan menggunakan metode Transformasi Fourier Diskrit (TFD) (Gonzales, Rcdan Woods, 2002) (Munir, 2003), yang dinyatakan dengan persamaan 2.2.

$$F(u, v) = \frac{1}{NM} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} f(x, y) e^{-i2\pi(ux/N + vy/M)} \quad (2.2)$$

sehingga setiap citra memiliki nilai hasil transformasi berbentuk 2 dimensi. Untuk mempermudah dalam proses perhitungan, maka nilai hasil transformasi akan diubah menjadi bentuk 1 dimensi dengan format Txt terlebih dahulu kemudian akan didapatkan jarak spektrumnya.

Citra masukan untuk proses ini adalah citra hasil normalisasi yang berukuran 80 x 80 dengan demikian citra hasil dari proses ini akan berukuran 80 x 80 juga. Citra masukan yang akan diekstraksi ciri memiliki beragam arah putaran (*multi orientation*), sehingga untuk mengatasi hal tersebut maka citra masukan akan dibandingkan dengan citra pada proses pengenalan yang telah dipersiapkan dengan 16 putaran arah rotasi yaitu  $0^{\circ}, 22.5^{\circ}, 45^{\circ}, 67.5^{\circ}, 90^{\circ}, 112.5^{\circ}, 135^{\circ}, 157.5^{\circ}, 180^{\circ}, 202.5^{\circ}, 225^{\circ}, 247.5^{\circ}, 270^{\circ}, 292.5^{\circ}, 315^{\circ}$  dan  $337.5^{\circ}$ .

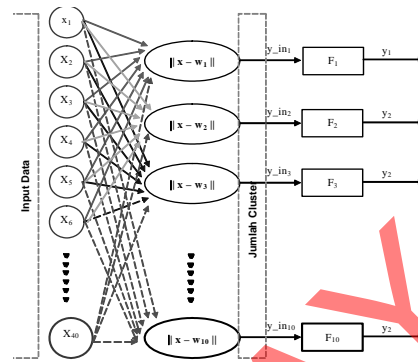
Proses JST - LVQ

Masukan pada proses ini adalah citra hasil ekstraksi ciri. Pada proses identifikasi dengan metode LVQ (Kusuma S, 2003) terdapat dua proses yaitu proses pembelajaran dan proses identifikasi

Pada proses pembelajaran yang pertama kali dilakukan adalah membaca data hasil spektrum fourier yang telah diubah menjadi bentuk txt. Hasil dari proses tersebut akan disimpan dalam bentuk vektor 6400 kolom. Setelah hasil spektrum dijadikan dalam bentuk vektor 1 dimensi, maka akan dinormalisasi dengan cara membagi dengan nilai tertinggi sehingga nilai dari hasil spektrum tersebut memiliki nilai maksimum 1. Sehingga desain LVQ-nya pada proses pembelajaran memiliki jumlah kelas sebanyak 5 kelas.

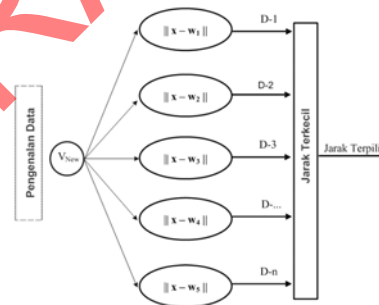
- Kelas 1 untuk uang 5,000 , beserta 16 rotasinya
- Kelas 2 untuk uang 10,000 , beserta 16 rotasinya
- Kelas 3 untuk uang 20,000 , beserta 16 rotasinya
- Kelas 4 untuk uang 50,000 , beserta 16 rotasinya
- Kelas 5 untuk uang 100,000, beserta 16 rotasinya

Arsitektur pada proses pembelajaran diilustrasikan pada Gambar 8. berikut ini.



Gambar 8. Arsitektur pembelajaran jaringan LVQ

Setelah dilakukan proses pembelajaran, maka proses selanjutnya adalah proses identifikasi. Proses identifikasi dilakukan dengan cara menghitung jarak antara hasil spektrum data citra masukan dengan ke-5 bobot yang telah ditentukan pada proses pembelajaran. Arsitektur pada proses identifikasi diilustrasikan pada Gambar 9. berikut ini.



Gambar 9. Arsitektur proses identifikasi

Pada proses identifikasi dengan metode LVQ iterasi yang digunakan adalah sebanyak 20 iterasi dan nilai  $\alpha = 0.005$ . Data keluaran dari proses identifikasi ini adalah diambil tiga prioritas yang pertama pada hasil identifikasi.

**3. HASIL UJI COBA DAN PEMBAHASAN**

Perangkat keras yang digunakan dalam uji coba adalah komputer desktop dengan processor Intel(R) Celeron(R) CPU 2.40GHz dan Memory: 224MB RAM dan dikembangkan pada sistem operasi Windows XP SP2 dengan menggunakan Bahasa Pemrograman Delphi 7.0.

Pertama yang perlu menjadi perhatian utama adalah hasil dari proses segmentasi. Hal ini penting karena jika hasil dari segmentasi citra mata uang tidak optimal, maka pendeteksian mata uang rupiah juga tidak akan optimal. Dengan didapatkan hasil segmentasi yang optimal, prosentase akurasi tahap otentikasi akan meningkat. Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan nilai ambang yang digunakan pada proses segmentasi berdasarkan nilai histogram *green* adalah

Nilai Ambang =

$$(\text{DataRGB}[x,y].G > (\text{maks} * 0.60) - (15)).$$

Setelah didapatkan hasil segmentasi, maka pengujian selanjutnya adalah pada proses pengaburan derau. Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan pada berbagai citra dan beberapa ukuran kernel rata-rata, maka ukuran kernel rata-rata 3x3 dipilih untuk melakukan proses pengaburan derau, karena dengan menggunakan ukuran kernel tersebut hasil yang didapatkan bisa optimal. Hasil dari pada proses pengaburan derau sudah cukup bagus, karena derau yang berukuran kecil pada citra hasil segmentasi telah hilang, namun ada beberapa area yang berukuran besar dimana area tersebut bukan merupakan ciri yang diharapkan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka pengurangan derau dengan ukuran besar dilakukan dengan filter luas yang mempunyai range antara  $100 < x \leq 2200$ . Dengan melakukan pengujian pada 325 citra mata uang, maka prosentase rata-rata keberhasilan pada tahap otentikasi sebesar 97.84%, salah deteksi sebesar 2.15%.

Setelah dilakukan uji coba pada tahap otentikasi, selanjutnya adalah tahap normalisasi. Pada tahap normalisasi, tidak bergantung sepenuhnya terhadap tahap sebelumnya. Karena pada tahap normalisasi, citra masukan yang berukuran 320x240 akan dicropping menjadi ukuran 80x80. Sehingga, jika pada tahap otentikasi area *invisible ink* terdeteksi dengan baik, bukan merupakan jaminan bahwa citra tersebut akan lolos pada proses cropping dan normalisasi. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor antara lain adalah citra yang akan dinormalisasi terlalu besar, tidak terdapat area citra yang memiliki luasan dengan nilai ambang minimal 100 serta tidak terdapat area citra yang memiliki luasan dengan nilai ambang  $\leq 2200$ .

Dengan melakukan pengujian pada 625 citra mata uang, maka prosentase rata-rata keberhasilan pada tahap normalisasi sebesar 86.77%, ternormalisasi tidak sempurna sebesar dan 9.84% dan tidak ternormalisasi sebesar 3.38%

Setelah dilakukan tahap cropping dan normalisasi, maka pengujian yang terakhir adalah pengujian pada tahap identifikasi dengan menggunakan LVQ, pada proses identifikasi dengan metode LVQ iterasi yang digunakan adalah sebanyak 20 iterasi dan nilai  $\alpha = 0.005$ . Pada proses identifikasi hanya dilakukan dengan cara mencari jarak terkecil antara vektor baru dengan vektor bobot yang sudah dibelajarkan sebelumnya. Data keluaran dari proses identifikasi ini adalah diambil tiga prioritas yang pertama pada hasil identifikasi.

Hasil identifikasi untuk prioritas ke-1 adalah 77.604%.

#### 4. KESIMPULAN

Dari analisa terhadap hasil uji coba sistem yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses threshold sangat bergantung pada kondisi pencahayaan yang relatif tetap
2. Proses segmentasi berjalan dengan baik yaitu 97.84 %, meskipun proses segmentasi ini optimal akan tetapi membutuhkan waktu yang relatif lama karena proses filter luas dengan menggunakan *chain code*.
3. Penggunaan Transformasi Fourier Diskrit (TFD) sebagai ekstraksi fitur adalah optimal, akan tetapi membutuhkan waktu yang relatif lama.
4. Penggunaan LVQ atau *euclidean* ini dapat dinyatakan baik, hal ini dibuktikan pada total prosentase pengenalan sebesar 90.7%.

Dengan melihat hasil yang dicapai pada penelitian ini, ada beberapa hal yang penulis sarankan untuk pengembangan selanjutnya yaitu:

1. Untuk mendapatkan hasil segmentasi yang optimal diharapkan pada pre-proses menggunakan perbaikan kualitas citra (restorasi) dengan menggunakan metode tertentu
2. Pada dasarnya fourier adalah ekstraksi fitur yang baik, akan tetapi masih diperlukan ciri dari ekstraksi fitur dengan cara melakukan proses penskalaan maupun rotasi
3. Kualitas kamera yang lebih baik akan membantu kinerja pengolahan citra. Kamera yang lebih baik biasanya memiliki lensa yang lebih baik, sehingga tampilan yang dihasilkan lebih bersih dari derau.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, B. dan Firdausi, K. 2005. Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi. Yogyakarta : Ardi Publishing.
- Ahmad, U. 2005. Pengolahan Citra Digital Teknik Pemrogramannya. Jogjakarta: Graha Ilmu.
- Ariefianto, R.D. 2008. Deteksi Wajah Menggunakan Metode Segmentasi Berbasis Model Warna Pada Obyek Bergerak. Penelitian. Surabaya : Sistem Komputer - Sekolah Tinggi Manajemen Informatika & Teknik Komputer
- Basuki, A. dan Palandi, J.F.F. 2005. Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic. Jogjakarta: Graha Ilmu.
- Danantyoctiro, R. 2004. Pengenalan Nominal Mata Uang Rupiah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Interval Rotasi (-90,90). Penelitian. Surabaya : Matematika - Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Kusumadewi, S. 2003. Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya).. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Munir, R. 2003. Pengolahan Citra Digital. Bandung : Informatika Bandung.
- Puspitaningrum, D. 2006. Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan. Yogyakarta : ANDI.
- Gonzales, R.C. dan Woods, R.E. 2002. Digital Image Processing (Second Edition). New Jersey : Prentice-Hall.
- Rijal, Y., Mardiyanto, S, dan Purnomo, M.H. 2006. Deteksi Wajah Pada Obyek Bergerak Dengan Menggunakan Kombinasi Gabor Filter Dan Gaussian Low Pass Filter. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2006. Universitas Islam Indonesia.
- Sigalingging, H., Setiawan, E. dan Sihalo, H.D. 2004. Seri Kebanksentralan No.13 Kebijakan Pengedaran Uang Di Indonesia. Jakarta : Pusat Pendidikan dan Studi Kebanksentralan (PPSK), Bank Indonesia.
- Solikin dan Suseno. 2002 . Seri Kebanksentralan No.1 UANG : Pengertian, Penciptaan dan Peranannya Dalam Perekonomian. Jakarta : Pusat Pendidikan dan Studi Kebanksentralan (PPSK), Bank Indonesia.