

Pengolah Citra Digital untuk Identifikasi Uang Kertas

Siti Munawaroh, Felix Andreas Sutanto

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank
email : munawaroh2806@gmail.com, felstly@gmail.com

Abstrak

Pada masa sekarang semua orang, baik di Indonesia ataupun diseluruh dunia pasti membutuhkan uang untuk memenuhi kebutuhan dalam hidupnya, dengan kata lain peran uang sangat penting. Dengan uang setiap orang dapat memenuhi kebutuhan hidupnya.

Pada waktu seseorang membeli barang atau yang lainnya, yang membutuhkan transaksi uang tunai, kadang-kadang sering terjadi kekeliruan karena hampir samanya warna uang yang akan dibayarkan. Hal ini tentu akan merugikan orang pada waktu melakukan pembayaran suatu barang

Kekeliruan juga bisa saja terjadi di mana saja, seperti misalnya pada waktu terjadi pembayaran tunai yang menggunakan uang kertas, atau juga transaksi-transaksi lain yang membutuhkan identifikasi uang kertas secara cepat dan akurat, meskipun uang itu dikirim atau diterima pada waktu transaksi masih dalam keadaan acak atau tidak dikelompokkan terlebih dahulu.

Pada identifikasi uang kertas ini nanti yang akan dilakukan adalah tahap-tahap pengolahan seperti perbaikan citra (*enhancement*), segmentasi dan pencocokan. Dengan adanya identifikasi uang kertas ini, diharapkan komputer dapat mengenali uang kertas, meskipun uang tersebut tidak dikelompokkan atau acak.

Kata kunci : uang kertas, pengolahan citra, *enhancement*, segmentasi, pencocokan.

PENDAHULUAN

Pada masa sekarang semua orang, baik di Indonesia ataupun diseluruh dunia pasti membutuhkan uang untuk memenuhi kebutuhan dalam hidupnya, dengan kata lain peran uang sangat penting sekali. Dengan uang orang dapat memenuhi kebutuhan hidup, semua orang bisa membeli segala kebutuhan apabila mempunyai uang.

Pada waktu membeli barang atau yang lainnya, yang membutuhkan transaksi uang tunai, kadang-kadang sering keliru karena hampir samanya warna uang yang akan bayarkan. Hal ini tentunya akan merugikan pada waktu melakukan pembayaran suatu barang tersebut.

Kekeliruan juga bisa saja terjadi di mana saja, seperti tadi misalnya sudah disebutkan adalah pada waktu terjadi pembayaran tunai yang menggunakan uang kertas, atau juga transaksi-transaksi lain yang membutuhkan identifikasi uang kertas secara cepat dan akurat, meskipun uang itu dikirim atau diterima pada

waktu transaksi masih dalam keadaan acak atau tidak dikelompokkan terlebih dahulu.

Pada identifikasi uang kertas ini nanti yang akan dilakukan adalah tahap-tahap seperti perbaikan citra, segmentasi dan pencocokan. Dengan adanya identifikasi uang kertas ini, diharapkan komputer dapat mengenali uang kertas, meskipun uang tersebut tidak dikelompokkan atau acak.

Untuk memperjelas permasalahan yang akan dibahas, sekaligus membatasi permasalahan yang akan diteliti, maka batasan-batasan masalah ditentukan sebagai berikut :

1. Membuat database untuk mengidentifikasi uang kertas.
2. Identifikasi beberapa uang kertas yang dicocokkan dengan database yang ada.
3. Pembuatan program dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic*.

Uang kertas

Uang kertas adalah uang yang terbuat dari kertas dengan gambar dan cap tertentu dan merupakan alat pembayaran yang sah. Menurut

penjelasan UU No. 23 tahun 1999 tentang Bank Indonesia, yang dimaksud dengan uang kertas adalah uang dalam bentuk lembaran yang terbuat dari bahan kertas atau bahan lainnya (yang menyerupai kertas).

Uang kertas mempunyai nilai karena nominalnya. Oleh karena itu, uang kertas hanya memiliki dua macam nilai, yaitu nilai nominal dan nilai tukar. Ada 2(dua) macam uang kertas :

- **Uang Kertas Negara** (sudah tidak diedarkan lagi), yaitu uang kertas yang dikeluarkan oleh pemerintah dan alat pembayaran yang sah dengan jumlah yang terbatas dan ditandatangani menteri keuangan.
- **Uang Kertas Bank**, yaitu uang yang dikeluarkan oleh bank sentral. Gambar uang kertas Indonesia ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Uang Kertas Indonesia

Pengolahan Citra Digital

Secara harfiah, citra (image) adalah gambar pada bidang dwimatra atau dua dimensi [Munir, 2004]. Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi malar (continue) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manumur, kamera, pemindai (scanner), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam.

Pada pengolahan citra, dimaksudkan agar citra yang mengalami gangguan lebih mudah diinterpretasikan (baik oleh manumur maupun mesin) dengan cara memanipulasi menjadi citra

lain yang kualitasnya lebih baik. Pada umumnya, operasi-operasi pada pengolahan itra diterapkan pada citra bila [Jain, 1989]:

- a. Perbaikan atau memodifikasi citra perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas penampakan atau menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung di dalam citra,
- b. Elemen di dalam citra perlu dikelompokkan, dicocokkan, atau diukur,
- c. Sebagian citra perlu digabung dengan bagian citra yang lain.

Agar dapat diolah dengan mesin (computer) digital, maka suatu citra harus direpresentasikan secara numeric dengan nilai-nilai diskrit. Reprresentasi citra dari fungsi malar (continue) menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi. Citra yang dihasilkan inilah yang disebut Citra Digital. Pada umumnya citra digital berbentuk empat persegi panjang, dan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi x lebar [Munir, 2004].

Akuisisi Citra

Tahap akuisisi citra adalah tahap yang diawali dengan menangkap / mengambil gambar uang dengan menggunakan scanner.

Preprocessing

Tahapan preprocessing meliputi beberapa tahapan yaitu : perbaikan citra (enhancement), segmentasi, cropping, pencocokan (matching).

1. Peregangan kontras

Kontras menyatakan sebaran terang (lightness) dan gelap (darkness) di dalam sebuah gambar. Citra dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori kontras [Munir, 2004]: citra kontras-rendah (low contrast), citra kontras-bagus (good contrast atau normal contrast), dan citra kontras-tinggi (high contrast).

Citra kontras-rendah dicirikan dengan sebagian besar komposisi citranya adalah terang atau sebagian besar gelap. Dari histogramnya terlihat sebagian besar derajat keabuan terkumpul (clustered) bersama atau hanya menempati sebagian kecil dari rentang nilai-nilai keabuan yang mungkin. Jika pengelompokan nilai-nilai pixel berada di bagian kiri (yang berisi nilai keabuan yang rendah), citranya cenderung gelap. Jika pengelompokan nilai-nilai pixel berada di bagian kanan (yang berisi nilai

keabuan yang tinggi), citranya cenderung terang. Tetapi mungkin saja suatu citra tergolong kontras-rendah meskipun tidak terlalu terang atau tidak terlalu gelap bila semua pengelompokan nilai keabuab yang relative seragam.

Citra kontras-tinggi, seperti halnya citra kontras bagus, memiliki jangkauan nilai keabuan yang lebar, tetapi terdapat area yang lebar yang didominasi oleh warna terang. Gambar dengan langit terang dan latar depan yang gelap adalah contoh citra kontras-tinggi. Pada histogramnya terlihat dua puncak, satu pada area nilai keabuan yang rendah dan satu lagi pada area nilai keabuan yang tinggi.

Citra dengan kontras-rendah dapat diperbaiki kualitasnya dengan operasi peregangan kontras. Melalui operasi ini, nilai-nilai keabuan pixel akan merentang dari 0 sampai 255 (citra 8-bit), dengan kata lain seluruh nilai keabuan pixel terpakai secara merata.

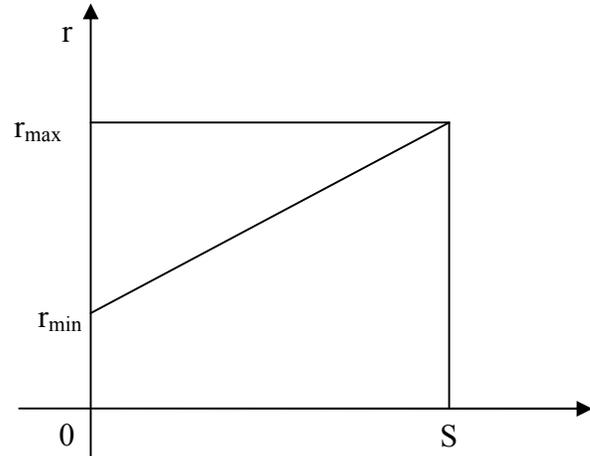
Algoritma peregangan kontras adalah sebagai berikut :

- a. Cari batas bawah pengelompokan pixel dengan cara memindai (scan) histogram dari nilai keabuan terkecil ke nilai keabuan terbesar (0 sampai 255) untuk menemukan pixel pertama yang melebihi nilai ambang pertama yang dispesifikasikan.
- b. Cari batas pengelompokan pixel dengan cara memindai histogram dari nilai keabuan tertinggi ke nilai keabuan terendah (255 sampai 0) untuk menemukan pixel pertama yang lebih kecil dari nilai ambang kedua yang dispesifikasikan.
- c. Pixel-pixel yang berada di antara nilai ambang pertama di-set sama dengan 0, sedangkan pixel-pixel yang berada di atas nilai ambang kedua di-set sama dengan 255.
- d. Pixel yang berada di antara nilai ambang pertama dan nilai ambang kedua dipetakan (diskalakan) untuk memenuhi rentang nilai-nilai keabuan yang, lengkap (0 sampai 255) dengan persamaan :

$$s = \frac{r - r_{\max}}{r_{\min} - r_{\max}} \times 255$$

dalam hal ini, r adalah nilai keabuan dalam citra semula, s adalah nilai keabuan yang baru, r_{\min} adalah nilai keabuan terendah

dari kelompok pixel, dan r_{\max} adalah nilai keabuan tertinggi dari kelompok pixel. Gambar peregangan kontras ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Peregangan kontras

2. Penyesuaian kecerahan gambar (*brightness adaption*)

Untuk membuat citra lebih terang atau lebih gelap, kita melakukan perubahan intensitas citra, yang dalam hal ini disebut sebagai penyesuaian kecerahan gambar (*brightness adaptation*). (Gonzalez and Woods,1992).

Kecerahan gambar dapt diperbaiki dengan menambahkan atau mengurangi sebuah konstanta kepada (atau dari) setiap pixel di dalam citra. Akibat dari operasi ini, histogram citra mengalami pergesera.

Secara matematis operasi ini ditulis sebagai berikut :

$$f'(x, y) = f(x, y) + b$$

Jika b positif, kecerahan gambar bertambah, sebaliknya jika b negative kecerahan gambar berkurang.

Segmentasi

Segmentasi adalah pemisahan daerah bagian depan/objek(*foreground*) pada citra dari bagian belakang (*background*).

Cropping

Cropping adalah memotong satu bagian dari citra sehingga diperoleh citra yang berukuran lebih kecil. Operasi ini pada dasarnya adalah operasi translasi, yaitu

menggeser koordinat titik citra. Rumus yang digunakan untuk operasi ini adalah :

$$x' = x - x_L \quad \text{untuk } x = x_L \text{ sampai } x_R$$

$$y' = y - y_r \quad \text{untuk } y = y_T \text{ sampai } y_B$$

(x_L, y_T) dan (x_R, y_B) masing-masing adalah koordinat titik pojok kiri atas dan pojok kanan bawah bagian citra yang hendak di - crop [Ir. Balza Achmad, M.Sc.E dan Kartika Firdausy, S.T.,M.T.,2005].

Pencocokan / Matching

Metode pencocokan digunakan erhitungan menurut Munir [2004], yaitu :

$$d_{rms} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (d_i - r_i)^2}}{C}$$

Dengan d_i dan r_i adalah kedua ciri yang dibandingkan, dan C adalah banyaknya ciri yang terlibat. Jika $d_{rms} \leq \text{threshold}$, maka kedua ciri dikatakan identik.

Permasalahan

Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi :

1. Menganalisa masalah seperti kekeliruan yang bisa terjadi pada waktu transaksi, dan uang dalam keadaan acak.
2. Membuat database yang nantinya digunakan untuk mengidentifikasi uang kertas.
3. Mencocokkan uang kertas yang ada dengan uang yang ada didatabase.

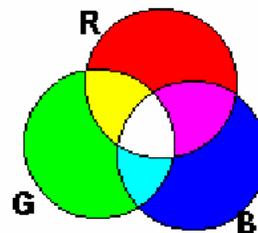
ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Ciri merupakan suatu tanda yang khas, yang membedakan antara satu dengan yang lain. Tidak berbeda dengan sebuah gambar, gambar juga memiliki ciri yang dapat membedakannya dengan gambar yang lain. Masing-masing ciri gambar didapatkan dari proses ekstraksi ciri. Ciri – ciri dasar dari gambar dapat berupa warna, bentuk dan teksture.

Ciri warna suatu gambar dapat dinyatakan dalam bentuk histogram dari gambar tersebut yang dituliskan dengan $H(r,g,b)$, dimana $H(r,g,b)$ adalah jumlah munculnya pasangan warna r (red), g (green) dan b (blue) tertentu.

Warna merah (R), hijau (G), dan biru (B) merupakan warna pokok dalam pengelolaan gambar. Jika warna-warna pokok tersebut digabungkan, maka akan menghasilkan warna lain. Penggabungan warna tersebut bergantung pada warna pokok dimana tiap-tiap warna memiliki nilai 256 (8 bit).

Masing-masing R, G, dan B didiskritkan dalam skala 256, sehingga RGB akan memiliki indeks antara 0 sampai 255. Contohnya $H(255,255,255)$ adalah warna putih, sedangkan $H(0,0,0)$ adalah warna hitam. Gambar 3. merupakan percampuran warna dasar RGB.



Gambar 3. Pencampuran Warna Dasar RGB

Color histrogram merupakan hubungan dari intensitas tiga macam warna. Dimana setiap gambar mempunyai distribusi warna tertentu. Distribusi warna ini dimodelkan dengan color histogram. Color histogram dihitung dengan cara mendiskretkan warna dalam gambar, dan menghitung jumlah dari tiap-tiap pixel pada gambar.

Untuk mengidentifikasi gambar uang digunakan metode sebagai berikut:

1. Menghitung rata-rata warna merah, hijau dan biru pada sebagian gambar kemudian membandingkan antara gambar pola dengan gambar query.
2. Proses matching untuk mendapatkan gambar pola yang memiliki jarak terdekat dengan gambar query. Gambar yang memiliki jarak terdekat adalah gambar yang sama atau yang paling mirip.

1. Akuisisi Citra dan Perbaikan Citra

Hal pertama yang dilakukan adalah mengambil gambar uang yang akan dijadikan pola dan query. Pengambilan gambar dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Gambar diambil dengan scanner canon (CanoScan Lide 20).

- b. Tipe gambar jpg dengan ukuran 720 x 360 pixel.
- c. Resolusi gambar 1200 dpi.
- d. Diambil pada posisi yang sama (gambar berada pada pojok kiri atas). Background gambar putih.
- e. Gambar uang yang dijadikan obyek penelitian adalah uang 1000, 5000, 10000, 20000, 50000 dan 100000.
- f. Gambar uang yang diambil hanya satu sisi saja, sehingga analisa gambar nantinya hanya dilakukan pada satu sisi saja. Sisi gambar yang dipilih adalah sisi yang tidak ada nomor serinya. Karena pada sisi tersebut terdapat perbedaan warna yang mencolok pada bagian pojok kiri atas. Bagian tersebut nantinya digunakan untuk segmentasi gambar. Gambar posisi pengambilan gambar ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Posisi Pengambilan Gambar

Untuk mempercepat proses perbaikan citra digunakan software pengolah citra Adobe Photoshop. Adapun proses perbaikan citra meliputi :

- a. Mengatur kontras.
- b. Mengatur kecerahan / brightness.

Pada percobaan ini, perbaikan citra dilakukan pada gambar uang yang sangat kumal saja. Pengambilan gambar dengan scanner secara umum telah memberikan hasil yang cukup baik.

2. Segmentasi

Segmentasi dilakukan melalui cropping. Dari gambar uang kertas yang ada, dapat diperoleh ciri yang cukup membedakan pada pojok kiri atas. Oleh karena itu hanya sebagian gambar tersebut yang akan diproses untuk disimpan ke database maupun digunakan untuk query.

Pada tahapan implementasi, untuk mendapatkan obyek tersebut digunakan

PictureBox dengan ukuran tertentu (96 x 163 pixel). Gambar proses segmentasi pada uang kertas ditunjukkan gambar 5.



Gambar 5. Segmentasi - Pixel Extraction

3. Ekstraksi Ciri

Proses ekstraksi ciri warna dengan menggunakan histogram warna dengan menghitung rata-rata warna merah, hijau dan biru pada keseluruhan pixel gambar.

$$Grratr = (\sum Grtotr) / N$$

$$Grratg = (\sum Grtotg) / N$$

$$Grratb = (\sum Grtotb) / N$$

- Grratr : Nilai rata-rata warna merah
- Grtotr : Total warna merah
- Grratg : Nilai rata-rata warna hijau
- Grtotg : Total warna hijau
- Grratb : Nilai rata-rata warna biru
- Grtotb : Total warna biru
- N : Total Pixel

Algoritma program dengan Visual Basic dapat dituliskan sebagai berikut:

```

For Y = 1 To Picture1.ScaleHeight
For X = 1 To Picture1.ScaleWidth
p = GetPixel(Picture1.hdc, X, Y)
r = p And &HFF
g = (p \ &H100) And &HFF
b = (p \ &H10000) And &HFF
grtotr = grtotr + r
grratr = Round(grtotr / (Picture1.ScaleHeight *
Picture1.ScaleWidth), 2)
grtotg = grtotg + g
grratg = Round(grtotg / (Picture1.ScaleHeight *
Picture1.ScaleWidth), 2)
grtotb = grtotb + b
grratb = Round(grtotb / (Picture1.ScaleHeight *
Picture1.ScaleWidth), 2)
Next
Next
Text1.Text = grratr
Text2.Text = grratg
Text3.Text = grratb
End Sub
    
```

Hasil ekstraksi ciri disimpan dalam database dengan field sebagai berikut:

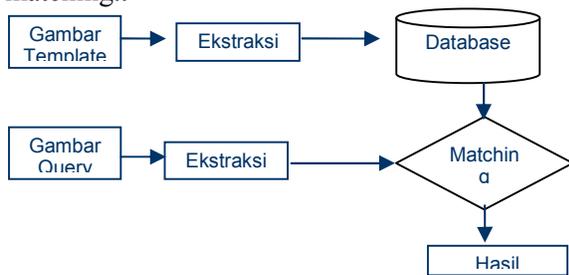
Tabel 1. Hasil ekstraksi ciri yang disimpan

Field	Type	Keterangan
uang	text	Untuk menyimpan jenis uang
r	number	Untuk menyimpan rata-rata warna merah
g	number	Untuk menyimpan rata-rata warna hijau
b	number	Untuk menyimpan rata-rata warna biru

4. Matching

Matching adalah proses mencocokkan data antara gambar query dengan data pola yang telah tersimpan dalam database. Sebelumnya, gambar query juga dilakukan ekstraksi ciri yang sama seperti pada gambar pola. Sehingga gambar query akan memberikan nilai rata-rata warna merah, hijau dan biru untuk dibandingkan dengan database.

Untuk proses matching, diberikan toleransi 10. Sehingga data gambar yang memiliki nilai $x - 10 \geq x \leq x + 10$ akan dianggap gambar yang paling mirip. Jika tidak ditemukan data yang sesuai, maka akan dianggap tidak ada yang mirip. Gambar 6 merupakan gambar proses matching..



Gambar 6. Proses Matching

IMPLEMENTASI SISTEM

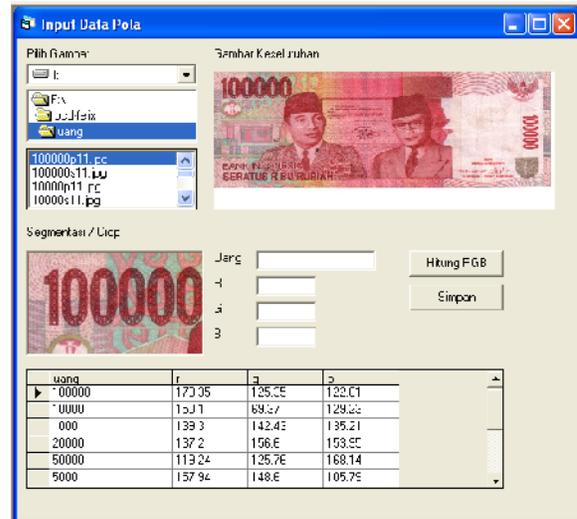
Implementasi program menggunakan Visual Basic 6.0 dan database Microsoft Access 2003. Database menggunakan satu tabel dengan struktur sebagai berikut:

Tabel 2. Struktur Database

No	Field	Type	Deskripsi
1	Uang	Text	Untuk menyimpan jenis uang
2	r	Number	Untuk menyimpan nilai merah
3	g	Number	Untuk menyimpan nilai hijau
4	b	Number	Untuk menyimpan nilai biru

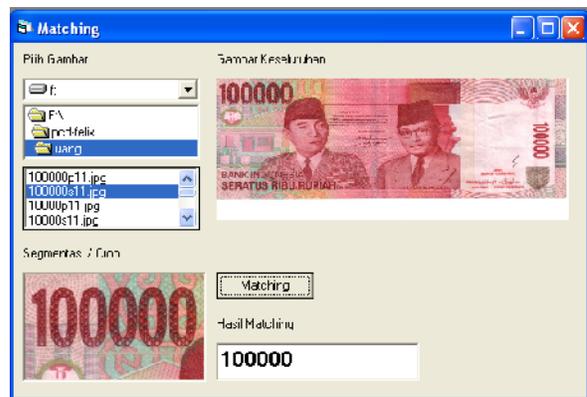
Adapun struktur program terdiri dari dua bagian

- a. Input Data Pola : digunakan untuk mengekstraksi ciri dan menyimpan data gambar yang digunakan sebagai pola yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Form Input Data Pola

- b. Matching : digunakan untuk mengekstraksi ciri gambar query dan pencarian data dari database yang sesuai dengan hasil ekstraksi ciri gambar query yang ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Form Matching

Percobaan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan 15 gambar. Enam gambar digunakan sebagai gambar pola, sisanya digunakan untuk gambar query yang digunakan untuk proses matching.

Data gambar pola dapat diberikan sebagai berikut:

Tabel 3. RGB dari Data gambar uang

Nama File	Jenis Uang	R	G	B
1000p11	1000	139.30	142.43	135.21
5000p11	5000	157.94	148.60	105.79
10000p11	10000	150.10	69.37	129.23
20000p11	20000	137.20	156.60	153.95
50000p11	50000	119.24	125.76	168.14
100000p11	100000	157.94	148.60	105.79

Percobaan identifikasi gambar dilakukan pada 15 gambar. Dimana 9 gambar adalah gambar yang berbeda dengan gambar yang digunakan untuk pola. Diantara gambar tersebut ada 1 gambar uang yang terkena noda, yaitu 1000s21.jpg. Gambar tersebut seharusnya akan menjadi gambar yang tidak dikenali. Data percobaan matching adalah sebagai berikut:

Tabel 4. hasil dari uji coba program

No	Nama File	Jenis Uang	Hasil	Kebenaran
1	1000p11	1000	1000	Benar
2	1000s11	1000	1000	Benar
3	1000s21	1000	Uang tidak dikenal	Benar
4	5000p11	5000	5000	Benar
5	5000s11	5000	5000	Benar
6	5000s21	5000	5000	Benar
7	10000p11	10000	10000	Benar
8	10000s11	10000	Uang tidak dikenal	Salah
9	10000s21	10000	10000	Benar
10	20000p11	20000	20000	Benar
11	20000s11	20000	1000	Salah
12	50000p11	50000	50000	Benar
13	50000s11	50000	50000	Benar
14	100000p11	100000	100000	Benar
15	100000s11	100000	100000	Benar

Dari percobaan 15 gambar didapatkan keakuratan sebesar $13 / 15 \times 100\% = 86\%$.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan kesimpulan yang bisa diperoleh sebagai berikut:

1. Histogram warna dapat digunakan untuk mengidentifikasi uang rupiah.
2. Proses perbaikan citra akan mendukung proses analisa citra.

3. Besarnya tingkat toleransi akan mempengaruhi proses matching.

DAFTAR PUSTAKA

Rinaldi Munir, “Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik”, Informatika Bandung, 2004

http://id.wikipedia.org/wiki/Jenis-jenis_uang

<http://id.wikipedia.org/wiki/Uang>

http://images.google.co.id/images?q=jenis+uang&oe=utf-8&rls=org.mozilla:en-US:official&client=firefox-a&um=1&ie=UTF-8&ei=Ef3wSo-fDtGfkQXM9e2GBw&sa=X&oi=image_result_group&ct=title&resnum=4&ved=0CB0QsAQwAw

http://www.e-dukasi.net/mol/mo_full.php?moid=7&fname=eko203_07.htm

Adi Kurniadi, 2000, “Pemrograman Microsoft Visual Basic 6.0”, Elexmedia Komputindo, Jakarta

Wahana Komputer Semarang, 2002, “Panduan Praktis Pemrograman Visual Basic 6.0 Tingkat Lanjut”, Andi Yogyakarta

Gonzalez, R.C. and Woods, R. E., 1992, Digital Image Processing, Addison Wesley Publishing Company, USA.

Jain, A.K., 1989, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice-Hall International.