

PEMBUATAN APLIKASI PEMINDAI UANG KERTAS DENGAN ALGORITMA VIOLA-JONES

Sidik Hadi Kurniadi¹⁾, Akhmad Adi Edvanto²⁾

^{1), 2)} Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta
Jl Ring road Utara, Condongcatur, Sleman, Yogyakarta 55281
Email : sidik.k@students.amikom.ac.id¹⁾, akhmad.e@students.amikom.ac.id²⁾

Abstrak

Mengidentifikasi uang kertas secara manual menggunakan jari memiliki keterbatasan. Penginderaan manusia seperti indra peraba yang berbeda pada setiap orang. Orang yang terbiasa bekerja halus dan orang yang biasa bekerja kasar memiliki penginderaan yang berbeda. Utamanya bagi tunanetra akan sulit untuk melakukan identifikasi mata uang secara manual. Untuk dapat mengidentifikasi mata uang pada suatu citra digunakan metode Viola-Jones yang merupakan metode pendeteksian obyek dengan menggabungkan Haar Like Feature, Integral image, AdaBoost Machine-Learning, dan Cascade Classifier. Dari hasil pengujian, tingkat keberhasilan pengenalan uang kertas berdasarkan identifikasi gambar sebesar 96,43%. Selain itu aplikasi yang dibuat dapat digunakan dengan mudah melalui perintah suara dan sangat cocok digunakan bagi tunanetra.

Kata kunci: Mata Uang, Deteksi Obyek, Viola Jones, OpenCV, C Sharp

1. Pendahuluan

Bertransaksi ekonomi dengan uang kertas sebagai alat tukar merupakan rutinitas masyarakat Indonesia. Uang kertas merupakan alat tukar yang sah. Tunanetra adalah istilah umum yang digunakan untuk kondisi seseorang yang mengalami gangguan atau hambatan dalam indra penglihatannya. Sistem pemindaian mata uang secara manual dapat diganti dengan suatu sistem elektronik dengan proses identifikasi gambar menggunakan teknologi Computer Vision. Teknologi Computer Vision adalah ilmu dan teknologi mesin yang melihat, di mana mesin mampu mengekstrak informasi dari gambar yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas tertentu. Salah satu metode pendeteksian obyek adalah metode Viola-Jones. Metode Viola-Jones merupakan metode pendeteksian objek hasil dengan akurasi tinggi sekitar 93,7% dan dengan kecepatan yang sangat tinggi sekitar 0,067 detik[1].

Proses ekstraksi ciri dapat juga dilakukan terhadap bagian uang kertas yang lain seperti lambang Garuda. Sistem pembacaan mata uang membutuhkan pendeteksian obyek secara cepat dengan akurasi yang baik, sehingga metode Viola-Jones cocok untuk digunakan. Pada penelitian ini akan dikembangkan sistem

pembacaan mata uang berbasis identifikasi citra uang kertas menggunakan metode Viola-Jones.

2. Pembahasan

A. Biometrik

Menurut pendapat Mansfield dan Roethenbaugh, biometrik adalah metode otomatisasi dari pengenalan ataupun verifikasi identitas seseorang berdasarkan pada sebuah karakteristik fisik ataupun tingkah laku [2]. Teknologi biometrik didasarkan pada ciri khusus fisik dan karakteristik perilaku individu antara lain sidik jari, geometri tangan, iris, retina, wajah, suara, tanda tangan dan tulisan tangan [3].

B. Metode Viola – Jones

Metode Viola-Jones merupakan metode pendeteksian obyek yang memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi yaitu sekitar 93,7 % dengan kecepatan 15 kali lebih cepat daripada detektor Rowley Baluja-Kanade dan kurang lebih 600 kali lebih cepat daripada detektor Schneiderman-Kanade. Metode ini, diusulkan oleh Paul Viola dan Michael Jones pada tahun 2001. Metode Viola-Jones menggabungkan empat kunci utama yaitu Haar Like Feature, Integral Image, Adaboost learning dan Cascade classifier. Haar Like Feature yaitu selisih dari jumlah piksel dari daerah di dalam persegi panjang. Contoh Haar Like Feature disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Contoh Haar Like Feature

Nilai Haar Like Feature diperoleh dari selisih jumlah nilai piksel daerah gelap dengan jumlah nilai piksel daerah terang :

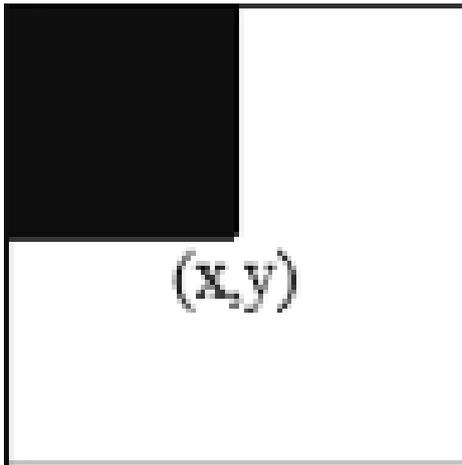
$$F(\text{Haar}) = \sum F_{\text{White}} - \sum F_{\text{Black}} \quad (1)$$

F(Haar) = Nilai fitur total

$\sum F_{\text{White}}$ = Nilai fitur pada daerah terang

$\sum F_{\text{Black}}$ = Nilai fitur pada daerah gelap

Integral Image yaitu suatu teknik untuk menghitung nilai fitur secara cepat dengan mengubah nilai dari setiap piksel menjadi suatu representasi citra baru, sebagaimana disajikan dalam gambar 2.



Gambar 2. Integral Image (x,y)

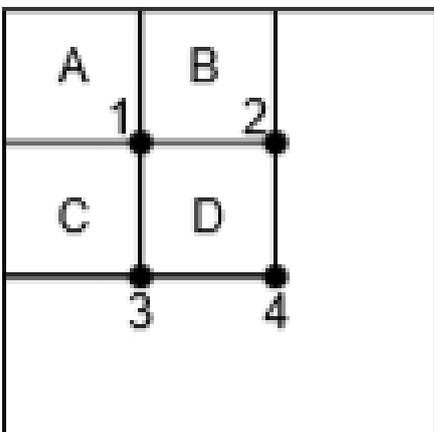
$$ii(x,y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x',y') \quad (2)$$

ii(x,y) = Citra integral pada lokasi x,y

i(x',y') = Nilai piksel pada citra asli

Berdasarkan gambar 2, citra integral pada titik (x,y) (ii(x,y)) dapat dicari menggunakan persamaan

Perhitungan nilai dari suatu fitur dapat dilakukan secara cepat dengan menghitung nilai citra integral pada empat buah titik sebagaimana disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Perhitungan Nilai Fitur

Jika nilai integral image titik 1 adalah A, titik 2 adalah A+B, titik 3 adalah A+C, dan di titik 4 adalah A+B+C+D, maka jumlah piksel di daerah D dapat diketahui dengan cara 4 + 1 - (2 + 3).

Algoritma Adaboost learning, digunakan untuk meningkatkan kinerja klasifikasi dengan pembelajaran sederhana untuk menggabungkan banyak classifier lemah menjadi satu classifier kuat. Classifier lemah adalah suatu jawaban benar dengan tingkat kebenaran yang kurang akurat. Sebuah classifier lemah dinyatakan:

$$h_j(x) = \begin{cases} 1, & \text{jika } p_j f_j(x) < p_j \theta_j(x) \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (3)$$

Keterangan:

$h_j(x)$ adalah klasifikasi lemah, p_j adalah parity ke j, θ_j adalah threshold ke j dan x adalah dimensi sub image misalnya 24x24.

Langkah-langkah untuk mendapatkan sebuah classifier kuat dinyatakan dalam suatu algoritma sebagai berikut :

- Diberikan contoh gambar (x_1, y_1) , ..., (x_n, y_n) dimana $y_t = 0$ untuk contoh positif dan $y_t = 1$ untuk contoh negative
- Inialisasi bobot $w_{i,1} = \frac{1}{2m} \cdot \frac{1}{2^l}$; m dan l adalah jumlah negative dan positive
- Untuk $t = 1, \dots, T$
 - o Menormalkan bobot sehingga w_t adalah distribusi probabilitas

$$w_{t,i} \leftarrow \frac{w_{t,i}}{\sum_{j=1}^n w_{t,j}} \quad (4)$$

- o Untuk setiap fitur, j melatih classifier h_j , untuk setiap fitur tunggal
- o Kesalahan (ϵ_j) dievaluasi dengan bobot w_t

$$\epsilon_j = \sum_i w_i |h_j(x_i) - y_i| \quad (5)$$

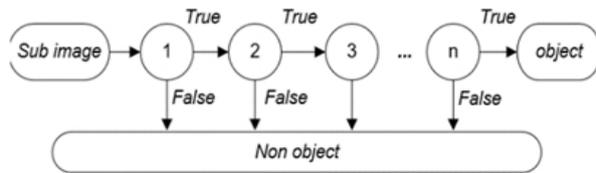
- o Pilih classifier h_t dengan eror terkecil dimana $\epsilon_i = 0$ untuk x_i adalah klasifikasi benar, dan $\epsilon_i = 1$ untuk yang lain.
- o Perbarui bobot : $w_{t+1,i} = w_{t,i} \beta_t^{1-\epsilon_i}$
 Dimana $\beta_t = \frac{\epsilon_t}{1-\epsilon_t}$ (6)
- o Didapatkan sebuah Classifier kuat yaitu :

$$h(x) = \begin{cases} 1, & \text{jika } \sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x) \geq \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \alpha_t \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (7)$$

dimana $\alpha_t = \log \frac{1}{\beta_t}$

Cascade classifier adalah sebuah metode untuk mengkombinasikan classifier yang kompleks dalam sebuah struktur bertingkat yang dapat meningkatkan kecepatan pendeteksian obyek dengan memfokuskan pada daerah citra yang berpeluang saja[4]. Struktur cascade classifier disajikan pada gambar 4.

Gambar 4. Cascade Classifier

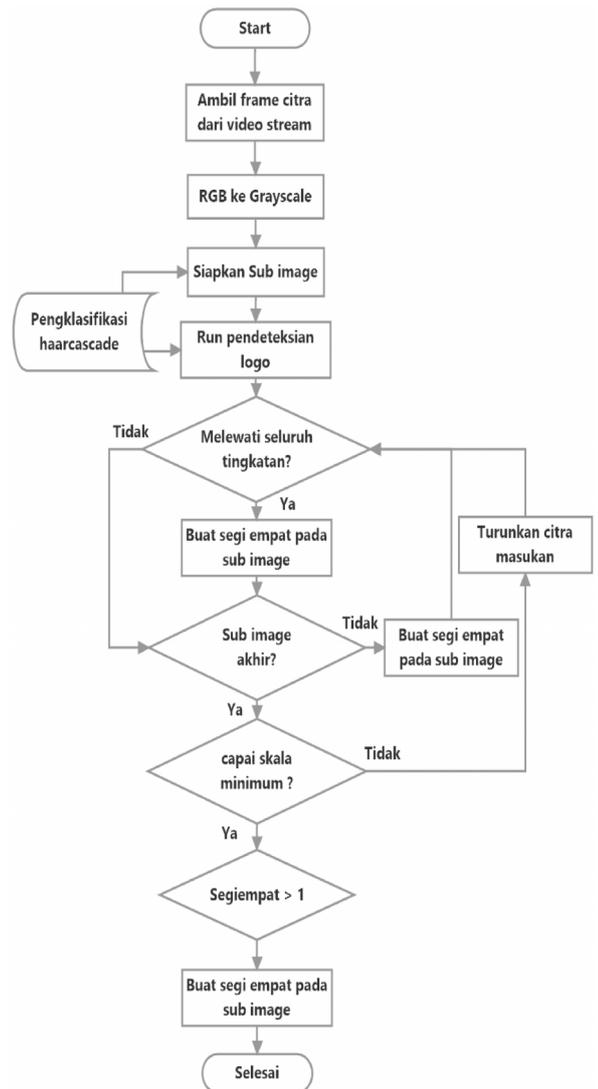


Gambar 4 menjelaskan proses penyeleksian keberadaan obyek. Di asumsikan suatu sub image di evaluasi oleh classifier pertama dan berhasil melewati classifier tersebut, hal ini mengindikasikan sub image berpotensi terkandung obyek dan dilanjutkan pada classifier ke dua sampai dengan ke-n, jika berhasil melewati keseluruhan classifier, maka disimpulkan terdapat obyek yang dideteksi. Jika tidak, proses evaluasi tidak dilanjutkan ke classifier berikutnya dan disimpulkan tidak terdapat obyek.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan jenis data primer berupa citra uang kertas berformat RGB (Red Green Blue) yang diperoleh dari hasil pengambilan gambar menggunakan kamera ponsel dan classifier xml yang dibuat secara mandiri. Variabel penelitian ini terdiri dari variabel input berupa citra uang kertas latih dan citra uang kertas uji. Variabel proses berupa feature_coordinate, feature_threshold, feature_val, stage_classifier, feature_weight dan nilai proyeksi. Variabel output berupa hasil deteksi uang kertas.

- a. Proses deteksi Uang Kertas
 Proses deteksi uang kertas merupakan proses deteksi obyek didepan kamera yang disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Proses Pendeteksian Citra Uang Kertas

Berdasarkan Gambar 5, proses deteksi uang kertas dimulai saat kamera mengambil obyek didepannya dengan dimensi 640x480 dalam format RGB (true color). Pemrosesan awal berupa pengubahan format true color menjadi grayscale. Proses peninjauan (scanning) menggunakan pergeseran windows (sliding windows) yang mulai dari kiri atas sampai dengan kanan bawah. Proses penskalaan bertujuan untuk mendeteksi obyek dengan berbagai ukuran. Proses scanning dilanjutkan dengan penurunan ukuran citra masukan sesuai dengan skala yang ditentukan. Proses deteksi akan berakhir jika ukuran citra kurang dari ukuran sub image. Jika terdapat keberadaan logo Bank Indonesia dilakukan penandaan logo Bank Indonesia.

- b. Proses Pengumpulan Citra Uang Kertas
 Proses pengumpulan citra uang kertas merupakan proses untuk mendapatkan citra uang kertas latih yang disajikan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Proses Pengumpulan Citra Mata

Berdasarkan Gambar 6, citra uang kertas yang sudah terdeteksi dan ditandai di *cropping*. Citra hasil *cropping* perlu diatur ulang menggunakan fungsi *resize* yang bertujuan untuk menyeragamkan ukuran lebar dan panjang citra. Ukuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah 60x60 piksel. Kumpulan citra latih disimpan dalam folder data.

Adapun hasil dari uji coba pada beberapa sample uang kertas dijelaskan pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. hasil dari uji coba pada beberapa sample uang kertas

Sample	Sisi	Deteksi	
		Terdeteksi	Error
2000	Gambar pahlawan	8	
	Gambar penari	8	1
5000	Gambar pahlawan	2	1
	Gambar penenun	1	1
50000	Gambar ngurah rai	1	
	Gambar pura	1	
100000	Gambar soekarno-hatta	4	2
	Gambar gedung DPR MPR	3	
Total :		28	5
		33	

Dari 33 kali pengujian terdapat 28 percobaan yang berhasil dan 5 percobaan yang mengalami error. Artinya dari percobaan yang dilakukan, aplikasi ini mampu menghasilkan keakuratan sebesar 85%.

3. Kesimpulan

Aplikasi pendeteksian nilai mata uang yang didasarkan kerangka visual dengan aspek representasi citra dengan *biometric*, algoritma *AdaBoost Learning*, dan *Cascade Classifier*. *Biometric* berguna untuk teknik otomatisasi dari pengenalan ataupun verifikasi identitas seseorang berdasarkan pada sebuah karakteristik fisik ataupun tingkah laku. Algoritma *Adaboost learning*, digunakan untuk meningkatkan kinerja klasifikasi dengan pembelajaran sederhana untuk menggabungkan banyak classifier lemah menjadi satu classifier kuat. *Cascade classifier* adalah sebuah metode untuk mengkombinasikan classifier yang kompleks dalam sebuah struktur bertingkat yang dapat meningkatkan kecepatan pendeteksian obyek dengan memfokuskan pada daerah citra yang berpeluang saja.

Untuk meningkatkan akurasi pengenalan harus memperhatikan kondisi-kondisi yang dapat mempengaruhi tingkat pengenalan Antara lain jarak kamera, sudut pengambilan obyek, dan tingkat pencahayaan pada suatu ruang. Dan perlu dilakukan pengembangan dilengkapi dengan peraturan dan prosedur yang relevan.

Daftar Pustaka

[1] Viola P, Jones M, "Robust Real-time Object Detection", IJCV, Vancouver, Canada, 2001.

- [2] J.D.Brand and Dr. J.S.D.Mason, Visual Speech: "A Physiological or Behavioral Biometric?", Department of Electrical Engineering, University of Wales, Swansea, U.K.
- [3] Riha Z, Matyas V, "Biometric Authentication Systems", Report Series, Faculty of Informatics Masaryk University, 2000.
- [4] Purnomo HM, Muntosa A, "Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur, Graha Ilmu Edisi Pertama", Yogyakarta, 2010.

Biodata Penulis

Sidik Hadi Kurniadi, Masih menjalani program studi Sarjana Jurusan Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta.

Akhmad Adi Edvanto, Masih menjalani program studi Sarjana Jurusan Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta.

