

Perancangan Alat Identifikasi Keaslian Dan Nominal Mata Uang Kertas Real Time Untuk Penyandang Tunanetra Berbasis Template Matching Dengan Raspberry Pi

Cucu Alex Zaenudin¹, Ledy Novamizanti², Sofia Saidah³

Teknik Telekomunikasi, Telkom University^{1,2,3}
putonix.lex@gmail.com

Abstrak

Kemajuan ilmu teknologi pengolahan citra digital (digital image processing) yang semakin pesat dapat mempermudah kehidupan manusia. Pengolahan citra yang mentransformasikan masukan citra menjadi keluaran suara dapat bermanfaat salah satunya untuk membantu kaum tunanetra dalam mengidentifikasi nilai uang kertas karena tunanetra memiliki keterbatasan dalam melihat. Masukan citra dari uang kertas tersebut akan dikonversi menjadi suara untuk membantu kaum tunanetra dalam mengetahui keaslian dan nominal uang kertas. Maka dari itu, diperlukan adanya suatu sistem yang dapat menangkap objek uang kertas untuk diidentifikasi keaslian dan jenis nominalnya yang kemudian diubah menjadi keluaran suara dengan waktu nyata (real time). Metode yang diaplikasikan pada proyek akhir ini yaitu dengan menggunakan metode template matching serta perangkat lunak pendukung yaitu OpenCV (Open Source Computer Vision) yang terintegrasi pada Raspberry Pi. Digunakannya metode template matching dengan perbandingan adalah untuk memudahkan pengguna dalam tracking objek secara sederhana. Tahapan dalam proses tracking objek ini di antaranya yaitu proses pengambilan gambar dari webcam untuk databasenya, kemudian proses cropping gambar untuk memisahkan background dengan objek, dan kemudian proses matching antara gambar database dengan gambar yang ditangkap oleh webcam dalam waktu nyata, sehingga program dapat membandingkan gambar database yang tersimpan dengan gambar yang ditangkap dari webcam. Apabila cocok dengan database, dihasilkan output berupa suara yang sesuai dengan nominal pada objek uang kertas.

Kata Kunci: Template Matching, OpenCV, Image Processing, Raspberry Pi, Webcam

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi memicu manusia untuk terus menciptakan inovasi dan penemuan baru yang dapat memberikan kemudahan dan solusi bagi sebagian orang yang memiliki keterbatasan atau disabilitas. Berdasarkan data pada tahun 2013 terdapat sekitar 3,5 juta orang yang mengalami gangguan penglihatan atau kebutaan. Penyakit kebutaan di Indonesia menempati posisi kedua di dunia dan dari sekitar 45 juta penduduk dunia yang buta 3,5 jutanya adalah warga Indonesia [1]. Meninjau dari data tersebut masih banyaknya jumlah tunanetra di Indonesia dengan teknologi masa kini turut memberikan peran yang cukup signifikan bagi para penyandang tunanetra yaitu dengan sistem visualisasi yang dikembangkan dalam teknologi berperan dalam membantu keterbatasan visualisasi mereka seperti menentukan keaslian dan nominal mata uang. Peredaran mata uang palsu juga masih menjadi masalah di masyarakat luas karena kurangnya pengawasan dalam peredaran uang palsu tersebut yang dilakukan oleh oknum yang tidak bertanggung jawab, akibatnya hal tersebut ikut

berdampak bagi para penyandang tunanetra agar mereka juga mengetahui keaslian setiap uang kertas yang beredar di masyarakat untuk menghindari tersebar luasnya peredaran uang palsu tersebut. Penyandang tunanetra memiliki keterbatasan dalam penglihatannya diantaranya dalam membedakan keaslian dan nominal uang kertas secara visual. Oleh karena itu mengacu pada permasalahan tersebut perlu dirancang suatu alat untuk mengidentifikasi keaslian dan nominal uang kertas.

Penelitian sebelumnya [2] Identifikasi Keaslian Mata Uang Menggunakan Commodity Scanner Ditinjau Dari Tekstur Permukaan Kertas Dengan Transformasi Wavelet Dan Template Matching. Hasil pengujian metode template matching yang diterapkan untuk deteksi nominal pada uang kertas dengan akurasi sebesar 100%, penelitian tersebut menggunakan perangkat lunak Matlab untuk mengolah *image processing*-nya dan sistem bekerja tidak secara waktu nyata (*realtime*) yaitu uang yang diuji harus di-*scan* terlebih dahulu kemudian disimpan ke dalam database untuk selanjutnya diproses dalam Matlab. Penelitian lain

[3] membuat Implementasi Untuk Mendeteksi Nominal Mata Uang Kertas Dengan Metode Jaringan Saraf Tiruan (JST), sistem alat pendeteksi terdiri dari beberapa blok system yaitu blok sensor, blok pengolahan data, dan blok keluaran. Pada blok sensor, alat menggunakan sensor warna yang dirangkai menggunakan LED dan sensor photodiode. Pada blok pengolahan data menggunakan sebuah Arduino Mega yang sudah dipasang dengan modul pengolah suara, dan pada bagian keluaran adalah sebuah speaker aktif dengan dengan rata-rata keberhasilan pengujian sebesar 90.00%. Penelitian tersebut belum dilengkapi dengan alat deteksi keaslian mata uang kertas, oleh karena itu dalam penelitian ini akan menggunakan metode yang berbeda yaitu dengan template matching berbasis raspberry pi untuk meningkatkan akurasi dan pendeteksian keaslian uang.

Penulis akan membuat karya tulis dengan judul "Perancangan Alat Identifikasi Keaslian dan Nominal Mata Uang Kertas Real Time Untuk Penyandang Tunanetra Berbasis Template Matching Dengan Raspberry Pi", dengan harapan akurasi dapat mencapai 100%. Metode pendefinisian konversi objek yang diaplikasikan pada proyek akhir ini yaitu dengan menggunakan metode template matching serta software pendukung yaitu OpenCV (Open Source Computer Vision) yang diintegrasikan pada Raspberry Pi. Selain itu algoritma deteksi tepi yang digunakan untuk mengkonversi citra grayscale ke biner hasilnya lebih baik dari beberapa algoritma seperti Sobel method, Prewitt method, Canny method dan Roberts method yang diterapkan pada penelitian [4]. Tujuan digunakan metode template matching dengan perbandingan ini adalah untuk memudahkan pengguna dalam tracking objek secara sederhana dan tidak terlalu rumit. Ada beberapa tahapan dalam proses tracking objek ini diantaranya yaitu proses pengambilan gambar dari webcam untuk database gambar yang dimaksudkan, kemudian proses cropping gambar untuk memisahkan background dengan objek yang dimaksudkan, dan kemudian proses matching antara gambar database dengan gambar yang ditangkap oleh webcam secara real time, sehingga program dapat membandingkan gambar database yang tersimpan dengan gambar yang ditangkap dari webcam untuk menentukan keaslian dan nominal uang kertas tersebut. Apabila cocok dengan database, maka output yang dihasilkan dari Raspberry Pi berupa suara yang sesuai dengan nominal pada objek uang kertas.

2. Metode

2.1 Identifikasi masalah penelitian

Identifikasi dari permasalahan yang ada menggunakan studi literatur. Literatur yang

diambil berasal dari hasil penelitian-penelitian terbaru baik *paper journal* atau *buku* yang berkaitan dengan tema penelitian.

2.2 Desain model pemecahan masalah

Desain skema pemecahan masalah berdasarkan teori dan hasil-hasil penelitian sebelumnya, langkah langkah yang dilakukan pada tahap ini meliputi perancangan model, realisasi sistem dan konfigurasi sistem.

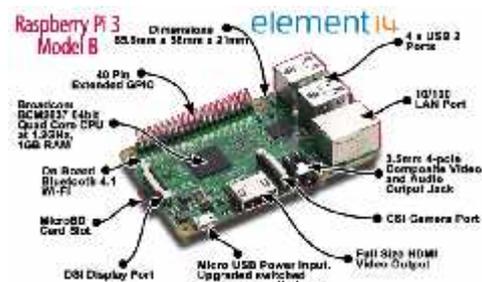
2.3 Pengujian model pemecahan masalah dan validasi penelitian

Pengujian terhadap teknik pemecahan masalah menggunakan simulasi komputer. Simulasi komputer menggunakan perangkat lunak *OpenCV* yang sudah terinstalasi pada Raspberry Pi. Untuk menjamin validitas hasil penelitian, maka metoda *template matching* digunakan pada pengujian dimana pengujian diiterasi sebanyak jumlah data uji yang *ter-capture* oleh webcam yang kemudian dibandingkan dengan data latih yang tersedia pada database sistem.

3. Dasar Teori

3.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah sebuah mini kit yang bisa di jadikan komputer mini dengan bermacam-macam *operating system* (OS), salah satu nya linux debian yang telah di paket kompresikan. Raspberry yang digunakan adalah jenis Raspberry Pi 3 Model B dengan SoC (System Online Chip) Broadcom BCM2837 yang menggunakan CPU dengan jenis 4 × ARM Cortex-A53 kecepatannya 1.2G Hz, kapasitas RAM sekitar 1 GB LPDDR2 (900 MHz), *Full size* HDMI, dalam berkomunikasi LAN menggunakan 10/100 Ethernet dan BCM43438 wireless LAN serta Bluetooth Low Energy (BLE) dalam kitnya. Selain itu terdapat pula GPIO 40-pin header sebagai masukan dan keluaran suatu perangkat sensor dan aktuator, untuk komunikasi serial terdapat 4 USB 2 ports dalam *board*-nya [5]. Berikut gambar lengkap Raspberry Pi 3 Model B.



Gambar 1. Raspberry Pi 3 Model B

3.2 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) [6]. Uang kertas Rupiah memiliki ciri-ciri tertentu yang bertujuan untuk mengamankan uang itu sendiri dan menghindari dari pemalsuan uang. Pada umumnya masyarakat mengetahui cara mengetahui keaslian uang kertas adalah dengan metode 3D (Dilihat, Diraba, Diterawang). Hal tersebut tentunya sangat kurang efektif karena persepsi tiap orang dalam menentukan uang tersebut asli atau tidak berbeda-beda.

Maka dari Bank Indonesia sendiri telah mengumumkan ciri-ciri keaslian kertas Rupiah yang telah tertanam pada bahan uang dan teknik pencetakannya. Unsur pengamanan yang tertanam pada uang kertas diantaranya Tanda Air (Watermark) dan Benang Pengaman (Security Thread). Sementara unsur pengamanan yang dihasilkan melalui teknik cetak diantaranya Cetak Intaglio, Gambar Saling Isi (Rectoverso), Tinta Berubah Warna (Optical Variable Ink/OVI), Tulisan Mikro (Micro Text), Tinta Tidak Tampak (Invisible Ink) dan Gambar Tersembunyi (Latent Image).

3.3 Citra

Citra adalah gambar pada bidang dua dimensi dalam tinjauan matematis, citra merupakan fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Ketika sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian cahaya tersebut. Pantulan ini ditangkap oleh alat-alat pengindera optik, misalnya mata manusia, kamera, scanner dan sebagainya [7]. Bayangan objek tersebut akan terekam sesuai intensitas pantulan cahaya. Ketika alat optik yang merekam pantulan cahaya itu merupakan mesin digital, misalnya kamera digital, maka citra yang dihasilkan merupakan citra digital. Pada citra digital, kontinuitas intensitas cahaya dikuantisasi sesuai resolusi alat perekam.

3.4 Template Matching

Template matching adalah sebuah teknik dalam pengolahan citra digital untuk menemukan bagian-bagian kecil dari gambar yang cocok dengan template gambar yang berfungsi untuk mencocokkan tiap-tiap bagian dari suatu citra dengan citra yang menjadi template (acuan) [8]. Template matching banyak digunakan dalam memproses *vision* pada level sederhana untuk melokalisasi dan mengidentifikasi pola gambar [9].

Prinsipnya metode template matching memiliki karakteristik antara lain :

1. Relatif mudah untuk diaplikasikan dalam teknik pengolahan citra digital

2. Hasilnya relative sangat akurat karena mendeteksi kesalahan hingga ukuran piksel.
3. Walaupun demikian, metode ini cukup rentan terhadap orientasi antara citra acuan (template) dengan citra yang akan diidentifikasi, yang meliputi : ukuran, posisi dan kualitas citra.
4. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka metode ini sangat tergantung pada teknik pengolahan citra digital yang lain seperti enhancement, filtering, dll.

Template matching memiliki keunggulan dan kelemahan, yaitu :

Keunggulan :

- a. Jelas bahwa untuk mengenal bentuk, huruf atau bentuk-bentuk visual lainnya diperlukan kontak dengan bentuk-bentuk internal.
- b. Template matching adalah prosedur pengenalan pola yang sederhana yang didasarkan pada ketepatan konfigurasi informasi penginderaan dengan "konfigurasi" pada otak.
(Contohnya : barcode)

Kelemahan :

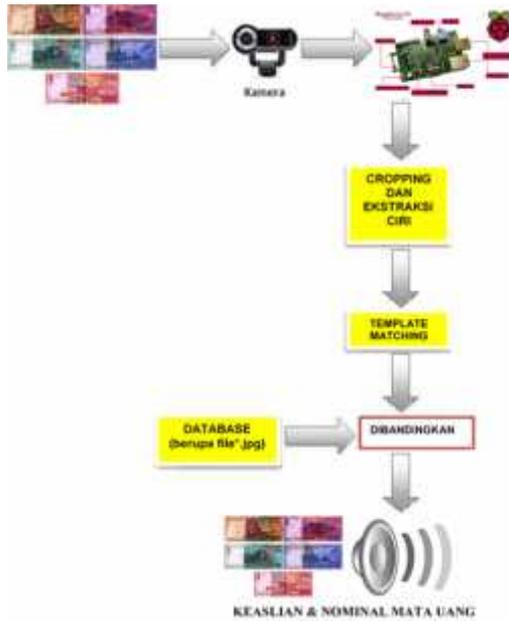
Jika perbandingan eksternal objek dgn internal objek 1:1, maka objek yang berbeda sedikit saja dengan template tidak akan dikenali. Oleh karena itu, jutaan template yang spesifik perlu dibuat agar cocok dengan berbagai bentuk geometri yang kita lihat dan kenal. Jika memang penyimpanan memori di otak seperti ini, otak tentu seharusnya sangat kewalahan dan pencarian informasi akan memakan waktu, padahal pada kenyataannya tidak demikian. Template Matching dapat dibagi antara dua pendekatan, yaitu : pendekatan berbasis fitur dan pendekatan berbasis template. Pendekatan berbasis fitur menggunakan fitur pencarian dan template gambar seperti tepi atau sudut, sebagai pembanding pengukuran matrik untuk menemukan lokasi template matching yang terbagus di sumber gambar.

4. Perancangan Sistem

Secara umum perancangan ini dikelompokkan menjadi dua tahapan. Tahap pertama yaitu proses pengambilan gambar untuk mengambil ekstraksi ciri dari uang tersebut. Tahap kedua yaitu proses komparasi data uji dengan data latih menggunakan metode template matching dari database. Uang yang akan digunakan sebagai data adalah uang kertas dengan beberapa nominalnya.

4.1 Model Sistem

4.1.1 Perancangan Sistem Pendeteksian

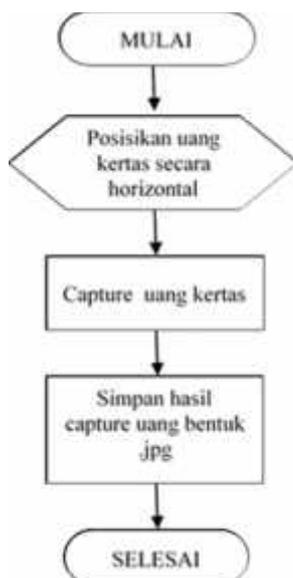


Gambar 2. Blok Diagram Sistem Pendeteksian

Proses pengambilan data untuk mengidentifikasi keaslian dan nominal mata uang kertas dengan masukannya berupa data visual uang kertas dan keluarnya berupa data suara nominal uangnya.

4.1.2 Perancangan Sistem Akuisisi Citra

Sistem pengambilan citra uang kertas pada penelitian ini dengan memanfaatkan webcam yang telah terhubungkan pada raspberry pi agar data bisa langsung segera diproses oleh sistem dengan memanfaatkan OpenCV dalam memproses datanya. Berikut adalah diagram alir proses pengambilan citra uangnya.



Gambar 3. Diagram Alir Proses Pengambilan Citra

Setelah uang telah diletakkan secara horizontal di depan webcam, maka pengguna bisa langsung menekan tombol pada Raspberry Pi untuk mengambil citra uang yang tepat diarahkan ke webcam.

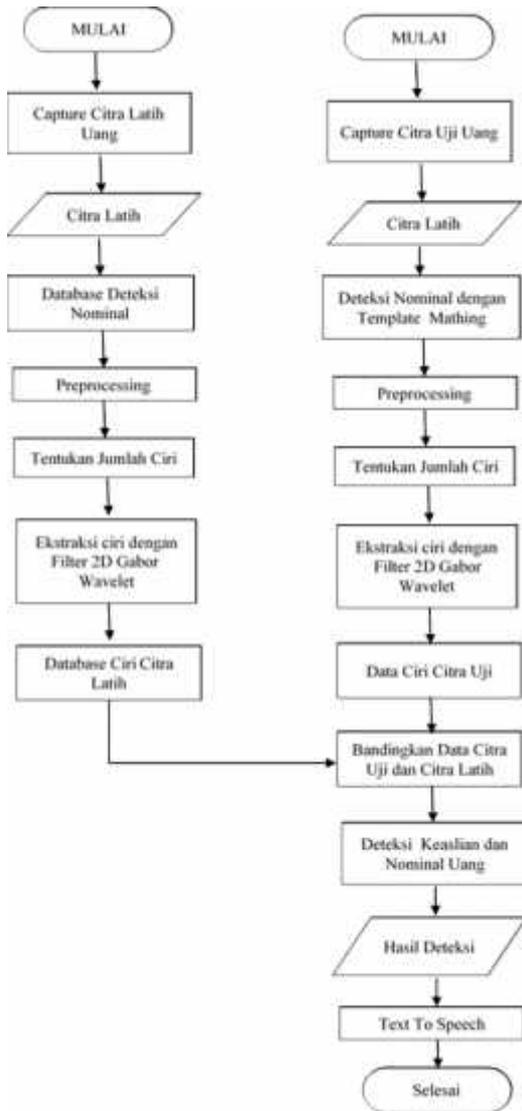
4.1.3 Perancangan Deteksi Nominal dan Keaslian Uang

Proses deteksi nominal dan keaslian uang dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu proses *capturing*, pembuatan database, deteksi nominal uang kertas, *preprocessing*, ekstraksi ciri, pembuatan vektor ciri dan uji coba sistem. Proses *capturing* dilakukan untuk memperoleh citra digital dari suatu mata uang kertas. Dari citra digital tersebut maka akan dapat dideteksi nilai nominal uang dan keasliannya dengan sistem yang telah dirancang dengan metode tertentu. Yang menjadi masukan dari sistem ini adalah citra digital uang kertas hasil *capturing*, keluarannya adalah nominal dari uang hasil deteksi dan deteksi uang kertas apakah uang tersebut asli atau palsu.

Masukan berupa citra digital uang kertas hasil *capturing* selanjutnya akan dibuat database. Database pada sistem ini adalah berupa citra digital keseluruhan uang kertas yang telah diubah menjadi citra Gray untuk deteksi nominal uang kertas dan database yang berupa ciri dari mata uang kertas asli dan uang kertas palsu yang telah disimpan. Database tersebut yang kemudian disimpan sebagai database ciri citra latih, melalui database ciri citra latih tersebut, selanjutnya akan digunakan untuk mendeteksi keaslian uang dari citra uji dalam proses deteksi. Selain membuat database, juga dilakukan uji parameter terhadap jumlah ciri yang digunakan.

Uji coba deteksi adalah proses pengujian sistem berdasarkan parameter uji yang digunakan. Pada tahap ini uji coba yang akan dilakukan adalah pengujian dalam pengaruh penggunaan jumlah ciri yang diekstraksi oleh Filter 2D Gabor Wavelet serta penggunaan jumlah k untuk metode *Euclidean Distance* yang merupakan teknik penghitungan jarak antara dua objek dengan menggunakan teorema Pythagoras dalam proses klasifikasi keaslian uang.

Berikut adalah diagram alir deteksi nominal dan keaslian uang.



Gambar 4. Diagram Alir Deteksi Keaslian dan Nominal

4.1.4 Preprocessing

Preprocessing adalah tahapan awal yang dilakukan sebelum melakukan ekstraksi ciri. Pada tahap ini, citra input akan diolah menjadi citra yang lebih baik, lebih bersih dan bebas noise. Tahapan-tahapan yang dilakukan pada *preprocessing* ini adalah sebagai berikut :

1. Cropping

Cropping citra pada tahap awal preprocessing dilakukan untuk mendapatkan bagian dari citra yang akan dijadikan sebagai ciri.

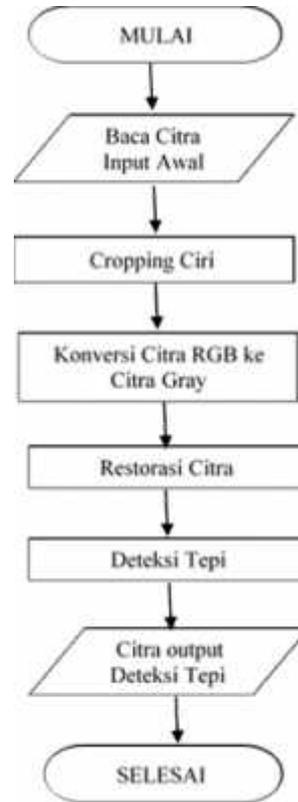
2. Konversi citra RGB ke citra Gray

Konversi citra dari RGB ke citra biner dilakukan untuk mengetahui informasi mengenai ada atau tidaknya obyek pengamatan yang diperlukan dari suatu ciri. Ada atau tidaknya obyek pengamatan dapat diketahui dari perbedaan level intensitas citra (dari gelap menuju terang) dalam range nilai 0 sampai 255.

3. Restorasi citra dengan Filter Wiener

Restorasi citra dilakukan untuk memperbaiki kualitas suatu citra. Restorasi citra dengan filter

wiener ini dapat menghilangkan *noise* yang ada pada citra. Selain itu, filter wiener juga dapat menghilangkan efek blur pada citra yang timbul akibat proses konversi citra dari RGB ke citra gray. Berikut diagram blok preprocessingnya.



Gambar 5. Preprocessing

4. Deteksi Tepi

Deteksi tepi merupakan salah satu tahapan dalam *preprocessing* yang dilakukan untuk mencari tepian dari suatu objek yang telah difilter. Tepi citra untuk mengetahui piksel-piksel yang mengalami perubahan yang mencolok dari citra *gray*-nya. Pendeteksi tepi ini dirancang untuk merepresentasikan sebuah tepi yang ideal, dengan ketebalan yang diinginkan. Output dari hasil deteksi tepi inilah yang kemudian akan menjadi input dalam proses ekstraksi ciri.

4.1.5 Ekstraksi Ciri

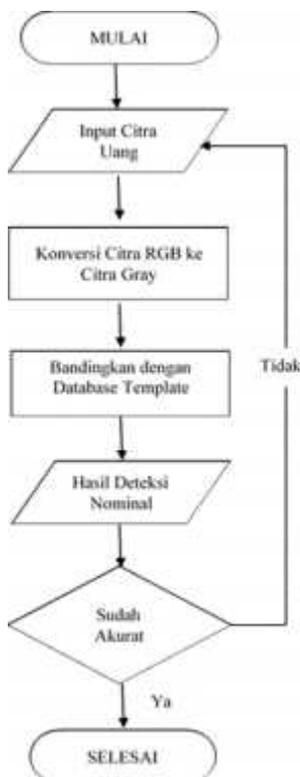
Pada penelitian ini ekstraksi ciri dilakukan dengan menggunakan metode Filter 2D Gabor Wavelet. Ekstraksi ciri yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi-informasi penting dari tekstur suatu citra dan membuang ciri yang tidak penting dari suatu citra berdasarkan frekuensi yang digunakan.



Gambar 6. Diagram Alir Proses Ekstraksi Ciri

4.1.6 Perancangan Template Matching

Citra digital hasil proses *capturing* uang kertas kemudian dideteksi nilai nominalnya. Sebelum dilakukan deteksi nominal, kedua citra tersebut kemudian dilakukan proses awal berupa konversi citra RGB ke citra gray.



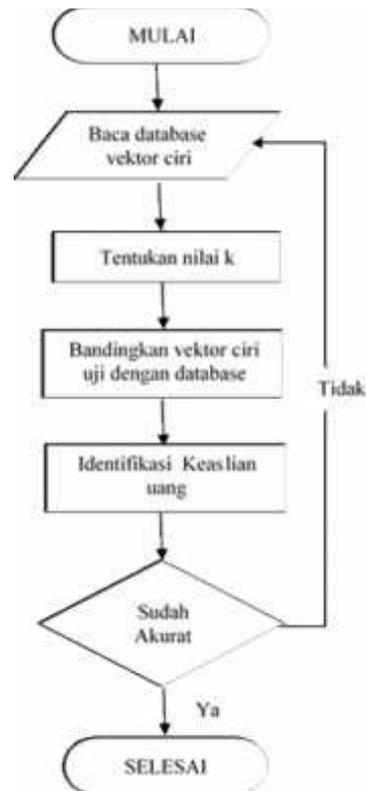
Gambar 7. Diagram Alir Template Matching

Hasil konversi disimpan sebagai database untuk dikenali nominalnya. Selanjutnya, nominal uang kertas tersebut dideteksi dengan metode *Template matching*. Yang dijadikan sebagai template acuan adalah seluruh halaman dari citra uang kertas hasil *capturing*. Berikut adalah diagram alir proses deteksi nominal uang dengan metode *template matching*.

4.1.7 Klasifikasi Dan Identifikasi Uang

Proses Klasifikasi dengan Euclidean Distance merupakan suatu teknik pengukuran yang digunakan untuk mengukur kemiripan suatu vektor ciri citra digital. Semakin dekat nilainya (mendekati nilai nol) maka semakin mirip citra digital tersebut. Klasifikasi dibedakan menjadi dua yaitu uang asli dan uang palsu.

Analisis yang dilakukan pada tahap identifikasi keaslian dengan Euclidean Distance ini adalah pengaruh penggunaan pengukuran kemiripan dan nilai k yang digunakan terhadap akurasi dan kesalahan sistem dalam mengidentifikasi keaslian uang kertas. Berikut diagram alir proses klasifikasi dengan Euclidean Distance.



Gambar 8. Diagram Alir Proses Klasifikasi Uang

Setelah mendapatkan nilai-nilai distance dari perbandingan antara data uji dengan data latih, langkah selanjutnya adalah mengklasifikasikan data-data tadi dengan kelas 'asli' atau 'palsu' sesuai dengan data referensi yang menjadi acuan di awal proses. Kemudian dengan mengurutkan nilai-nilai distance dari yang terkecil sampai terbesar (terdekat sampai terjauh) agar bisa ditentukan nilai

yang pantas untuk sistem dalam mengidentifikasi uang. Jika telah didapat nilai yang sesuai maka tahap berikutnya adalah mengidentifikasi citra (uang kertas) untuk menentukan uang kertas asli atau tidaknya sesuai kemiripan data uji dengan data latih pada database.

4.1.8 Identifikasi Keluaran Nominal Suara

Setelah diketahui keaslian dan nominal dari proses klasifikasi dan identifikasi, maka sistem akan mengambil suara nominal dari database yang sudah tersimpan rekaman suara nominal uang kertas mulai dari 2.000, 5000, 10.000, 50.000 dan 1000.000 dalam database openCV pada raspberry pi, yang akan dikeluarkan melalui speaker sesuai dengan nominal mata uang kertas yang teridentifikasi oleh sistem. Berikut blok diagram pengambilan suara nominal untuk database.



Gambar 9. Diagram Pengambilan Suara Nominal Database

4.2 Parameter Pengujian

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap keakuratan dan kehandalan kinerja alat. Berikut parameter yang digunakan :

1. False Acceptance Rate (FAR)

FAR adalah parameter pengukuran yang digunakan untuk mengetahui seberapa banyak data yang dikenali salah. Secara matematis FAR dapat dihitung:

$$FAR = FP / (P + N) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

True = Benar & False = Salah

Positive (P) = dikenali & Negative (N) = Tidak Dikenal (Ditolak)

True Positive = Dikenali dan Benar

False Positive (FP) = Dikenali tapi Salah

True Negative(TP)=Tidak Dikenal dan Benar

False Negative(FN)=Tidak Dikenal tapi Salah

False Acceptance = False Positive (Dikenali tapi Salah)

False Rejection = False Negative (Tidak Dikenal tapi Salah)

Semakin besar nilai FAR maka semakin aman data yang diperoleh oleh peneliti.

2. False Rejection Rate (FRR)

FRR parameter pengukuran yang digunakan untuk mengetahui seberapa banyak data yang tidak dikenali salah:

$$FRR = FN / (P + N) \dots\dots\dots(2)$$

False Rejection = False Negative (Tidak Dikenal tapi Salah). Semakin besar nilai FRR maka semakin handal kinerja alat dalam melakukan pengujian data yang diperoleh.

3. Accuracy

Parameter yang digunakan dalam menentukan keakuratan sistem adalah dengan menguji pengaruh jumlah ciri yang digunakan dan menguji berbagai ciri yang digunakan. Sedangkan akurasi sistem dihitung dengan membandingkan jumlah data yang diidentifikasi dengan benar dengan jumlah data uji total yang digunakan. Berikut adalah persamaan dalam menentukan keakuratan sistem.

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Data Benar}}{\text{Jumlah Total Data}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Selain akurasi, kesalahan juga harus dihitung dengan membandingkan jumlah data yang salah diidentifikasi dengan jumlah data uji total yang digunakan. Berikut adalah persamaan dalam menentukan kesalahan sistem.

$$Error = \frac{\text{Jumlah Data Salah}}{\text{Jumlah Total Salah}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

5. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari pengujian data alat identifikasi keaslian dan nominal uang kertas ini validitasnya akan meningkat seiring banyaknya data uji uang asli dan uang palsu yang terdeteksi. Kemudian pengaruhnya False Acceptance Rate (FAR) ini memberikan keamanan data bagi peneliti karena diuji dengan data latih yang ada pada database sehingga deteksi uang dari mata uang lain atau mata uang asing akan diblok atau tidak dikenali, sementara False Rejection Rate (FRR) akan memberikan kehandalan dan kemudahan dalam mengidentifikasi uang dengan nominal tertentu yang sudah terdaftar dalam database. Sistem alat akan tahan terhadap perubahan tingkat kecerahan pencahayaan karena pengukuran dilakukan dalam ambang batas threshold optimum dari alat, agar mampu mendeteksi nominal dan keaslian uang kertas pada kondisi pencahayaan yang minim atau redup. Semakin tinggi nilai threshold yang diberikan maka keakuratan alat dalam

membedakan setiap nominal akan semakin tinggi. Dengan demikian semakin tinggi akurasi kinerja alat maka tingkat error yang dihasilkan semakin kecil. Dengan alat ini juga akan dengan mudah dapat mensortir uang asli yang beredar di masyarakat.

6. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil pengujian dan analisa adalah:

1. Jumlah data uang kertas yang dideteksi asli mempengaruhi kehandalan dan keakuratan sistem dari alat identifikasi keaslian dan nominal uang kertas.
2. Perancangan alat ini membantu penyandang tunanetra dalam menentukan keaslian dan nominal uang kertas secara realtime karena keterbatasannya dalam melihat dan menerawang uang kertas.
3. Sistem pencahayaan akan mempengaruhi kinerja alat, dimana pada nilai threshold tertentu alat tidak akan bekerja dengan baik dengan kata lain kemungkinan alat salah dalam mendeteksi keaslian dan nominal uang kertas akan lebih besar dalam kondisi pencahayaan yang sangat minim sehingga tingkat keakuratan data akan lebih rendah ketika alat bekerja pada kondisi gelap.
4. Aplikasi ini mampu mensortir uang asli yang beredar dimasyarakat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga yang selalu memberikan dorongan motivasi dan doa, serta kepada pembimbing yang selalu memberikan *support* sehingga terselesaikannya penulisan paper ini.

Daftar Pustaka

- [1] S.W. Andrian., 2012 "Jumlah tunanetra di Indonesia setara dengan penduduk Singapura", [online], (<https://www.merdeka.com/peristiwa/jumlah-tunanetra-di-indonesia-setara-dengan-penduduk-singapura.html>).
- [2] Sa'idah, Sofia. 2012. Identifikasi Keaslian Mata Uang Menggunakan Commodity Scanner Ditinjau Dari Tekstur Permukaan Kertas Dengan Transformasi Wavelet Dan Template Matching. Telkom University.
- [3] Saputra, Indra Gunawan. 2016. Implementasi Metode Jaringan Saraf Tiruan (JST) Pada Alat Deteksi Nilai Nominal Uang. Telkom University.
- [4] Atmaja, R. D., Novamizanti, L., Halomoan J. and Murti, M. A.(2017). "An Image Processing Algorithm To Find Edges In Grayscale Image,". India : *Far East Journal of Electronics and Communications*, pp. 7.

- [5] Raspberry Pi. "Raspberry Pi 3 Model B". [online].(<https://www.raspberrypi.org/?s=raspberry+pi+3>).
- [6] Uang. "Uang Kertas". [online].(<https://id.wikipedia.org/wiki/Uang>)
- [7] Sutoyo, T, dkk. 2009, "Teori Pengolahan Citra Digital", Penerbit Andi, Yogyakarta hal 9 - 27.
- [8] Achmad Hidayatno, R. Rizal Isnanto, Dhody Kurniawan, Penentuan Wilayah Wajah Manusia Pada Citra Berwarna Berdasarkan Warna Kulit Dengan Metode Template Matching, Jurnal Teknologi Elektro, Vol 5 No 2, Juli 2006.
- [9] Brunelli R. and Poggio, T.(1997). "Template Matching: Matched Spatial Filters And Beyond,". USA : *Elsevier Science Ltd*, Vol. 30, No. 5, pp. 751-768.



SEMINAR NASIONAL
**REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281. Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

**BERITA ACARA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017**

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

- Nama Pemakalah : Cucu Alex Zaenudin¹, Ledy Novamizanti², Sofia Saidah³
Judul Makalah : PERANCANGAN ALAT IDENTIFIKASI KEASLIAN DAN NOMINAL MATA UANG KERTAS REAL TIME UNTUK PENYANDANG TUNANETRA BERBASIS TEMPLATE MATCHING DENGAN RASPBERRY PI
Pukul : 14.00 – 14.15
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
Ruang : A.26
Moderator : Dulhadi, ST, MT
Notulen : Mutiasari K.D, S.T., M.Sc .

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh Moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh Moderator.

Jumlah Peserta yang hadir : _____ orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Dulhadi, ST, MT	 Cucu Alex Zaenudin ¹ , Ledy Novamizanti ² , Sofia Saidah ³



SEMINAR NASIONAL
**REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281. Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

NOTULEN
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

- Nama Pemakalah : Cucu Alex Zaenudin¹, Ledy Novamizanti², Sofia Saidah³
Judul Makalah : PERANCANGAN ALAT IDENTIFIKASI KEASLIAN DAN NOMINAL MATA UANG KERTAS REAL TIME UNTUK PENYANDANG TUNANETRA BERBASIS TEMPLATE MATCHING DENGAN RASPBERRY PI
Pukul : 14.00 – 14.15
Bertempat di : STTNAS Yogyakarta
Dengan alamat : Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
Ruang : A.26

Pertanyaan/Kritik/Saran	Tanggapan Pemakalah
① Apakah hanya untuk tuna netra? ② Apakah keatasnya tidak bisa?	① Salah satunya untuk tuna netra. ② Berbasis SSC-nya karena disesuaikan di ciri-ciri-nya. Misal watermarking, dst.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Setua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Dulhadi ST, MT	 Cucu Alex Zaenudin ¹ , Ledy Novamizanti ² , Sofia Saidah ³