

Pengenalan Nilai Mata Uang Kertas Untuk Tunanetra Menggunakan Metode Template Matching Correlation Berbasis Android

Cahya Rahmad¹, Ridwan Rismanto², Febrita Dian Pranata³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang

¹cahya.rahmad@polinema.ac.id, ²ridwan@polinema.ac.id, ³febritadian12@gmail.com

Abstrak— Uang merupakan suatu alat pembayaran yang penting dalam melakukan transaksi barang atau jasa oleh masyarakat, termasuk para penyandang tunanetra. Keterbatasan mereka dalam melihat merupakan suatu masalah dalam mengetahui nilai nominal pada uang, terutama uang kertas. Sehingga tidak menutup kemungkinan untuk tertukar atau mereka tertipu pada saat melakukan transaksi jual beli. Dari permasalahan di atas, maka dibuat sebuah sistem untuk mendeteksi nilai nominal mata uang kertas berbasis *android* dengan menggunakan metode *Template Matching Correlation*. Metode ini adalah sebuah metode yang digunakan untuk menghitung tingkat kemiripan dari citra masukan dan citra pada template.

Cara kerja aplikasi ini yaitu dengan menggunakan kamera yang terdapat pada *smartphone android* untuk menangkap citra berupa gambar uang yang ingin diketahui nominalnya untuk selanjutnya diproses menggunakan *pre-processing* pada pengolahan citra digital. Hasil *image pre-processing* kemudian akan dihitung tingkat kemiripan yang paling tinggi dengan citra pada template sehingga menghasilkan *output* berupa suara hasil nominal yang dideteksi.

Dari hasil implementasi didapatkan data bahwa tingkat keberhasilan pengenalan nilai mata uang kertas sebesar 93,35% pada uang kertas keluaran 2016 dan 54,46% pada uang kertas keluaran 2010. Sehingga kesimpulannya adalah aplikasi ini dapat digunakan sebagai sarana untuk membantu tunanetra membedakan nilai mata uang kertas lebih efektif dan efisien.

Kata kunci— *Uang, Pre-processing, Android, Template Matching Correlation*

I. PENDAHULUAN

Uang merupakan suatu alat tukar yang digunakan masyarakat dalam proses pembayaran barang atau jasa[1]. Dengan demikian uang menjadi alat yang sangat penting dalam melakukan transaksi oleh seluruh manusia diemua kalangan termasuk para penyandang disabilitas yaitu tuna netra. Keterbatasan mereka dalam melihat merupakan suatu masalah dalam mengetahui nilai nominal pada uang kertas. Sehingga tidak menutup kemungkinan untuk tertukar, tertipu pada saat melakukan transaksi jual beli, serta juga ada orang

yang tidak bertanggung jawab dengan memanfaatkan keterbatasan mereka untuk membohongi mereka.

Selama ini para tunanetra hanya bisa mengandalkan tekstur dan indera peraba untuk membedakan nominal pada uang kertas[2]. Beberapa cara yang dilakukan yaitu, pertama dengan menyusun atau mengurutkan nominal uang dari yang tertinggi ke terendah di dalam dompet. Cara kedua yaitu dengan membuat lipatan yang berbeda pada setiap nominal uang. Dan cara terakhir yang telah di siasati pemerintah yaitu dengan memberikan jumlah garis timbul yang berada pada pinggoir kiri dan kanan uang rupiah kertas keluaran terbaru 2016 serta melakukan sosialisai pada penyandang tunanetra[3]. Namun dari semua cara yang dilakukan terdapat beberapa kelemahan, diantaranya dari segi daya ingat penyandang tunanetra dan kondisi fisik uang yang sering kali membuat tunanetra kesusahan dalam mengingat dan membedakan nominal uang..

Berdasarkan permasalahan diatas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu merancang sebuah aplikasi berbasis android yang dapat membantu para penyandang disabilitas yaitu tuna netra untuk mengidentifikasi nilai nominal pada mata uang kertas rupiah sehingga menjadi lebih efektif dan efisien. Hal ini berdasarkan wawancara yang telah dilakukan pada pengajar tunanetra di tempat rehabilitasi penyandang tunanetra di Malang yang menyebutkan bahwa saat ini sudah banyak tunanetra yang menggunakan *smatphone android*. Android sendiri menyediakan fitur bernama *talkback* yang berfungsi untuk membantu tunanetra dalam mengoperasikan android. Selain merupakan system berbasis android, system ini juga dikembangkan berdasarkan pengolahan citra digital. Pengolahan Citra Digital (*Digital Image Processing*) merupakan bidang ilmu yang mempelajari tentang bagaimana suatu citra itu dibentuk, diolah, dan dianalisis oleh komputer sehingga menghasilkan informasi yang dapat dipahami oleh manusia. Dalam proses pengolahan ini ada beberapa tahapan yaitu, mengambil gambar atau akuisisi citra. Gambar yang telah di ambil selanjutnya akan dilakukan perbaikan kualitas citra, serta dilakukan analisa citra menggunakan identifikasi citra.

Tahapan-tahapan tersebut diterapkan pada sistem ini dengan pra-pengolahan (*preprocessing*) menggunakan *cropping*, *resizing*, dan *thresholding* citra yang diinputkan. Setelah itu citra diolah menggunakan metode *template matching correlation* yang merupakan suatu algoritma yang banyak digunakan untuk mengenali suatu pola. Cara kerja *template matching* ini yaitu dengan menghitung dan membandingkan citra masukan dan citra pada templat. Dari hasil perhitungan yang dilakukan akan diambil nilai kemiripan yang paling tinggi untuk dikenali sebagai citra yang dimaksud. Citra inilah yang akan digunakan sebagai *output* berupa suara yang menunjukkan nilai mata uang kertas yang dideteksi. Dengan begitu, sistem ini dapat digunakan untuk membantu para tunanetra dalam mengetahui nilai mata uang dengan mudah. Karena para penyandang disabilitas tersebut dapat mengenali nilai mata uang berdasarkan suara yang keluar dari sistem.

II. LANDASAN TEORI

A. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) adalah sebuah ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra[6]. Tujuan dari pengolahan citra ini memperbaiki kualitas citra, namun seiring dengan perkembangan jaman, semakin meningkat juga kecepatan serta kapasitas komputer dalam memunculkan informasi dan ilmu komputasi. Citra berupa gambar diam (foto) maupun gambar bergerak. Sedangkan digital dalam pengolahan citra yaitu suatu teknik pengolahan citra/gambar yang dilakukan secara digital menggunakan komputer. Fungsi kontinyu (*continue*) direpresentasikan oleh citra dengan intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Untuk bisa diolah secara komputer digital, maka citra harus diubah menjadi nilai-nilai diskrit secara numerik. Proses inilah yang disebut digitalisasi citra. Sebuah matriks yang mewakili citra dua dimensi $f(x,y)$ terdiri dari M kolom dan N baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel (*pixel = picture element*) atau elemen terkecil dari sebuah citra.

1) Pre-processing

Berikut merupakan proses-proses pre-processing (pra-pengolahan pada aplikasi pendeteksi nilai mata rupiah.

a. Cropping

Proses pemotongan gambar atau disebut *crop* merupakan suatu cara mendapatkan gambar dengan lingkup lebih kecil dari gambar asalnya. Cara kerja metode ini yaitu mengambil objek kemudian menghilangkan sebagian gambar yang diinginkan. Pemotongan gambar ini dilakukan dengan menentukan koordinat *pixel* tertentu dan menentukan batas pemotongan. kemudian menghubungkan titik koordinat tersebut sehingga menjadi sebuah *rectangle* penanda daerah pemotongan gambar.

b. Resizing

Resizing adalah proses menyamakan citra masukan dengan mengubah resolusi *horizontal* dan *vertikal* citra masukan tersebut. *Resizing* dilakukan agar sistem lebih mudah dan cepat dalam memproses citra. *Resizing* dilakukan agar ukuran citra menjadi sama sehingga hanya membutuhkan memori dan ruang yang lebih sedikit. Hal penting yang perlu diketahui dalam *resizing* adalah citra hasil *resize* harus tetap mempunyai kualitas citra yang bagus.

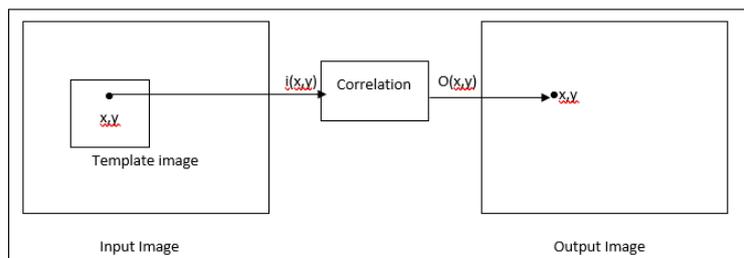
c. Thresholding

Thresholding pada citra yaitu proses untuk memisahkan antara *foreground* dengan *background* pada *image*. Inputan citra pada *thresholding* berupa *grayscale image* dan *color image*. Akan dilihat dulu perbedaan intensitas warnanya, sehingga dapat menghasilkan *output* berupa *binary image*. *Pixel binary image* hanya memiliki 2 nilai intensitas yaitu 0 untuk *pixel* berwarna hitam, dan 1 untuk *pixel* berwarna putih. Sedangkan parameter yang digunakan pada proses *thresholding* yaitu *intensity threshold*. Jika nilai intensitas *pixel* lebih tinggi daripada *intensity threshold* maka *pixel* diubah menjadi warna putih, sebaliknya jika nilai intensitas *pixel* lebih rendah maka *pixel* diubah menjadi warna hitam.

B. Template Matching Correlation

Template matching merupakan suatu algoritma yang banyak digunakan untuk mengenali suatu pola[7]. *Template matching* paling sering digunakan untuk mengidentifikasi karakter, angka, benda kecil dan hal sederhana lainnya. *Template matching* merupakan suatu teknik membandingkan bagian-bagian gambar antar satu sama lain. Gambar pada citra *template* (yang lebih kecil) digunakan untuk mengenali objek yang serupa dalam gambar pada citra masukan (gambar yang lebih besar). Pada proses *template matching*, *template image* dengan ukuran yang lebih kecil akan mencocokkan ke semua bagian pada *image original* (gambar masukan) yang berukuran lebih besar. Proses ini dilakukan dari kiri atas hingga selesai untuk menemukan value tingkat kecocokan yang paling mirip

Pencocokkan citra yang menghasilkan tingkat kemiripan / kesamaan yang tinggi akan dikenali sebagai salah satu bagian dari citra *image original*. Langkah ini diulangi terus menerus sampai seluruh citra selesai dibandingkan dengan citra masukan. Berikut di merupakan gambaran metode *template matching* :



Gambar 1. Metode Template Matching

Pada gambar 1. Metode *Template matching* diatas, dapat dilihat proses pencocokan dengan memindahkan gambar

templat ke semua posisi yang terdapat pada image original (gambar masukan) yang lebih besar dan menghitung indeks numerik yang menunjukkan seberapa besar templat tersebut cocok dengan gambar pada posisi itu. Pencocokan ini dilakukan berdasarkan piksel demi piksel.

Kesamaan antar dua buah matriks citra dapat dihitung nilainya dengan menghitung nilai korelasinya (*correlation*). Nilai korelasi merupakan ukuran sejauh mana dua buah variable memiliki nilai yang mirip. Dua buah variabel adalah nilai pixel yang sesuai dalam dua gambar, templat dan gambar masukan. Nilai korelasi dua buah matriks dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Cor = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=0}^{N-1} (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=0}^{N-1} (y_i - \bar{y})^2}} \quad [8]$$

Keterangan:

Cor adalah nilai korelasi antara dua buah matriks (nilainya antara -1 dan +1).

x_i adalah templat level abu-abu

adalah rata-rata tingkat keabuan dalam *template image*

y_i adalah *image original*

\bar{y} adalah rata-rata tingkat keabuan dalam *image original*

N adalah jumlah piksel dalam gambar bagian (N = ukuran gambar templat = kolom * baris)

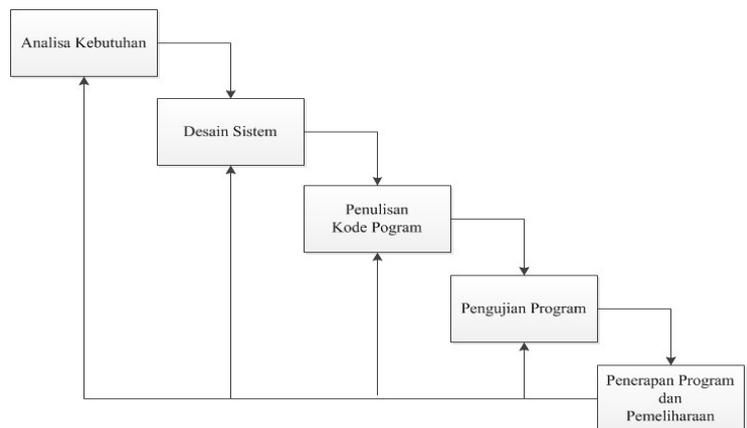
Pada penelitian ini menggunakan skema pencocokan templat pada gambar tingkat abu-abu. Disebut tingkat abu-abu karena pencocokan dilakukan saat image telah melalui proses thresholding sehingga menghasilkan output berupa *binary image* [9]. Piksel citra biner ditelusuri mulai dari kiri atas hingga ke kanan bawah. Citra biner dengan piksel berwarna hitam akan direpresentasikan dengan nilai 1. Sedangkan piksel citra yang berwarna putih akan direpresentasikan dengan nilai 0. Gambar 2.3 Ilustrasi biner setiap piksel pada *image 9* berikut adalah gambar yang mengilustrasikan angka 1 dan 0 yang mewakili nilai piksel citra *image 9*.

0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0

Gambar 2. Ilustrasi biner setiap pixel pada angka 9

III. METODELOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pembuatan aplikasi pendeteksi mata uang kertas untuk tunanetra adalah model SDLC (*System Development Life Cycle*) dengan metode *Waterfall*. Gambaran singkat metodologi penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 3. Tahapan Pengembangan Sistem

A. Pengambilan Data

Tahapan penelitian dimulai dengan melakukan pengumpulan data, pada tahap ini dilakukan pengumpulan data berupa gambar nominal mata uang kertas rupiah yang dimulai dari pecahan 1000, 2000, 5000, 10000, 20000, 50000, dan 100000 keluaran tahun 2010 dan tahun 2016. Setelah data gambar dikumpulkan selanjutnya data digunakan sebagai templat untuk dihitung tingkat kecocokannya dengan uang yang akan dideteksi nilai nominalnya. Untuk mendapat informasi yang lebih akurat untuk mendukung penelitian ini disertai wawancara dengan pengajar yang mengajar anak-anak penyandang tunanetra di panti rehabilitasi penderita cacat netra, Janti, Malang mengenai masalah yang dialami.

Penelitian kepustakaan juga di perlukan untuk mempelajari tentang dasar teori yang digunakan untuk menunjang penulisan serta pengerjaan skripsi. Teori-teori utama yang digunakan dalam menunjang topik skripsi ini yaitu pengolahan citra digital, metode *template matching correlation*, serta android. Referensi ini diperoleh dari jurnal, buku, artikel penelitian, situs-situs di internet dan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik skripsi ini.

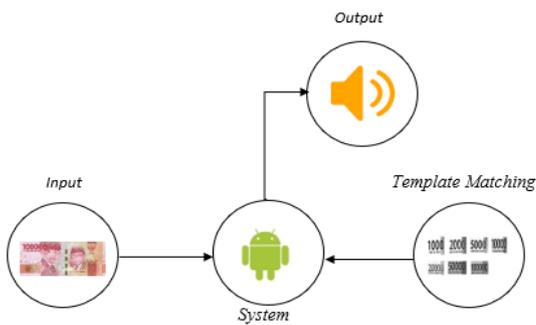
B. Pengolahan Data

Setelah data gambar uang terkumpul proses selanjutnya adalah *pre-processing* citra masukan yang di mulai dari tahapan *cropping* dan *resizing* ukuran agar citra masukan yang didapat bisa disamakan untuk mempermudah proses selanjutnya. Setelah citra hasil *pre-processing* didapat, proses selanjutnya adalah perhitungan tingkat kemiripan antara citra masukan dan citra yang terdapat pada template. Proses ini menggunakan metode *template matching correlation*. Hasil perhitungan dengan tingkat kemiripan yang paling tinggi akan dijadikan nilai sebagai hasil *output*. *Output* ini akan dikeluarkan oleh sistem berupa audio mengenai nilai mata uang yang berhasil dideteksi kepada *user*.

IV. PERANCANGAN

A. Gambaran Umum Sistem

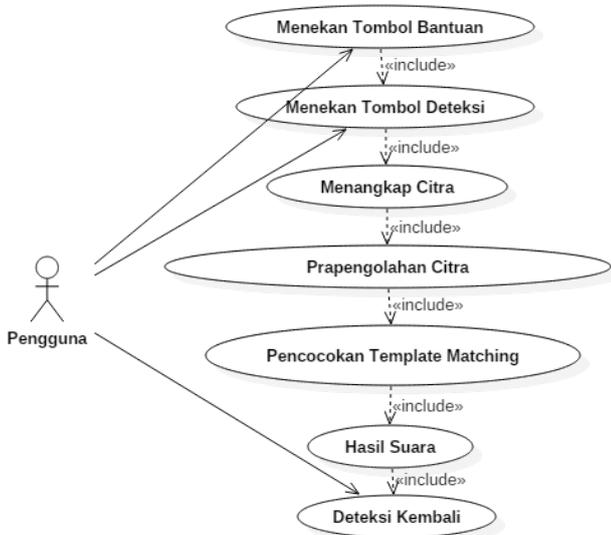
Aplikasi pendeteksi nilai nominal mata uang rupiah merupakan suatu aplikasi yang ditujukan terutama bagi penyandang tunanetra dalam membantu mereka mengenali nilai nominal mata uang yang tertera pada uang kertas. Cara kerja aplikasi ini yaitu menggunakan kamera yang terdapat pada android untuk menangkap citra berupa gambar uang dengan menekan tombol deteksi. Selanjutnya citra diproses menggunakan pengolahan citra digital sehingga menghasilkan *output* berupa suara hasil nominal uang yang dideteksi. Untuk dapat menggunakan aplikasi tunanetra dapat memanfaatkan fitur talkback. *Talkback* merupakan fitur bawaan yang dimiliki Android. *Talkback* adalah *software* pembaca layar pada android yang sistem kerjanya merubah seluruh tulisan pada layar android ke dalam bentuk audio. Dari penjelasan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Arsitektur Sistem

B. Usecase Diagram

Usecase Diagram adalah rangkaian atau uraian kelompok yang saling terkait dan membentuk sistem secara teratur yang dilakukan atau diawasi oleh sebuah aktor. Dalam sistem ini terdapat dua aktor yaitu pengguna dan sistem. *Usecase diagram* untuk sistem yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.1 *Usecase Diagram*



Gambar 5. Use Case Diagram

Pada sistem ini user dapat melakukan :

1. Menekan tombol bantuan
2. Menekan tombol deteksi
3. Menekan tombol deteksi kemnali

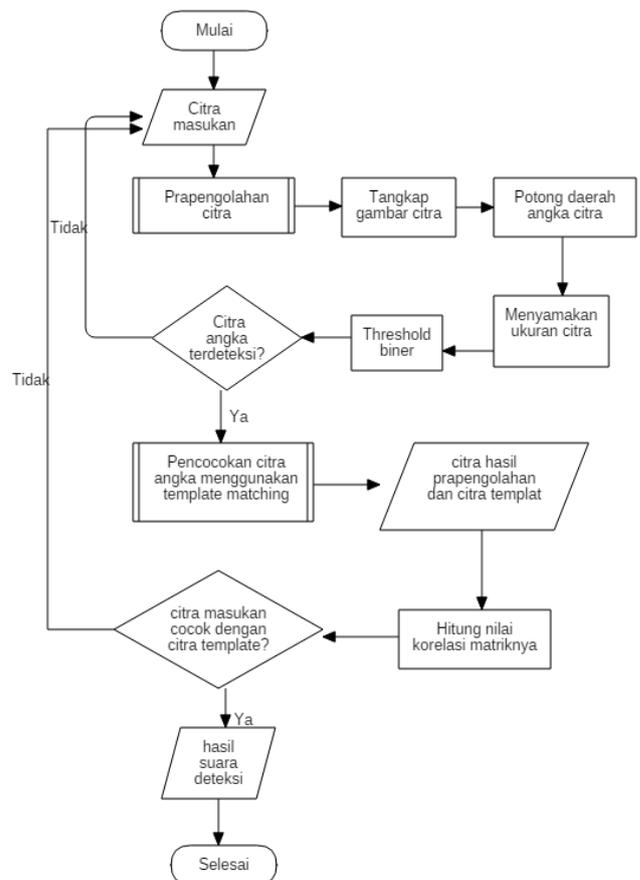
Sistem dapat melakukan :

1. Memberikan respon menangkap citra
2. Melakukan prapengolahan citra
3. Melakukan pencocokan menggunakan *template matching*
4. Memberikan hasil berupa suara

C. Flowchart

Flowchart adalah suatu bagan yang mempresentasikan dengan simbol-simbol tertentu untuk menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses dengan proses lainnya dalam suatu program. Pada *flowchart* terdapat bagan-bagan yang mempunyai arus yang menggambarkan langkah-langkah penyelesaian suatu masalah. *Flowchart* merupakan cara penyajian dari suatu algoritma. Pada penelitian pengenalan nilai mata uang kertas untuk tunanetra ini menggunakan *Flowchart* diagram untuk menggambarkan urutan logis aplikasi secara jelas. Aplikasi ini terbagi menjadi tiga macam *flowchart*. *Flowchart* keseluruhan sistem dan *flowchart* prapengolahan (*pre-processing*) citra, dan metode *template matching correlation*.

1. Flowchart Sistem



Gambar 6. Flowchart sistem

Pada gambar 6 *flowchart System* di atas dijelaskan bahwa langkah pertama yaitu citra masukan. Setelah citra di masukan maka akan dilakukan *pre-processing* (pra-pengolahan citra). Dalam proses ini citra akan di olah dengan tahap-tahap pengolahan citra digital yaitu proses tangkap gambar citra, potong daerah angka citra, menyamakan ukuran citra, dan threshold biner. Setelah citra diproses sistem akan mendeteksi apakah citra berupa angka telah terdeteksi ? Jika iya maka proses selanjutnya ialah tahap pencocokan citra angka dengan *template* yang sudah tersedia menggunakan metode *template matching correlation*. Metode ini dapat menghitung nilai korelasi matrik citra masukan dan citra *template*. Setelah dihitung, sistem akan mendeteksi hasil perhitungan menunjukkan bahwa citra masukan cocok dengan citra *template* ? Jika iya maka keluar hasil berupa audio mengenai citra uang yang dideteksi. Jika tidak maka *system* akan kembali pada citra masukan di awal.

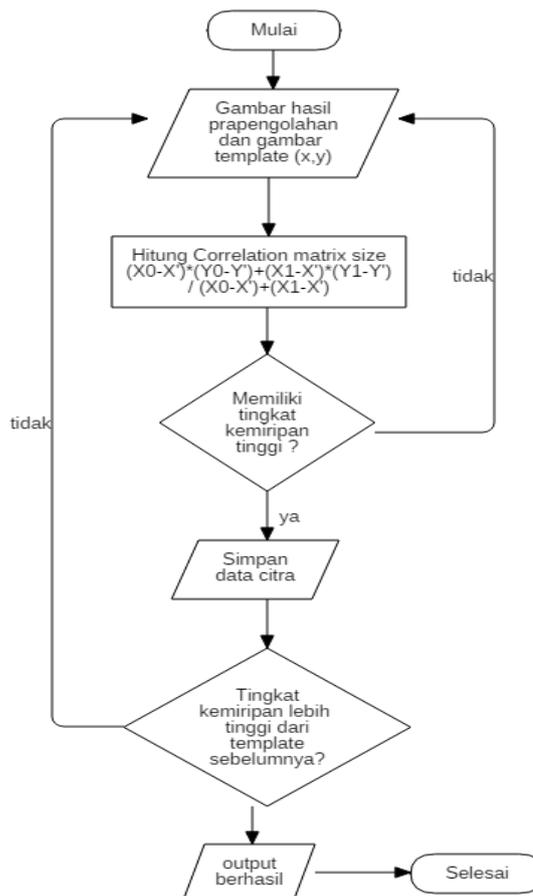
2. Flowchart Pre-Processing Citra



Gambar 7. Flowchart Pre-processing

Pada gambar 7. *flowchart pre-processing* dijelaskan bahwa citra inputan berupa uang kertas ditangkap oleh sistem. Setelah itu citra akan dicapture oleh sistem (*byte* menjadi *bitmap*). Setelah dicapture, sistem akan mendeteksi angka pada gambar dan mencrop *region/area* disekitar angka berdasar *rect*. Setelah itu dilakukan *resize image* dengan ukuran yang telah ditentukan dengan tujuan untuk menyamakan ukuran *image* agar mudah diproses selanjutnya. Setelah ukuran *image* sama, maka dilakukan *threshold biner*, yaitu sebuah proses memisahkan antara *foreground* dengan *background* pada *image*. Sehingga menghasilkan *output* berupa *binary image* berwarna hitam atau putih saja..

3. Flowchart Template Matching



Gambar 8. Flowchart Template Matching

Pada gambar 8. *Flowchart Template Matching* diatas dijelaskan bahwa proses pertama adalah *input image* hasil *preprocessing* dan *image template*. Setelah itu sistem akan menghitung nilai *correlation matrix* nya. Hasil perhitungan selanjutnya akan dideteksi apakah memiliki tingkat kemiripan yang tinggi ?. Jika iya maka data tersebut akan di simpan, jika tidak maka akan kembali pada inputan *image* hasil *preprocessing* dan inputan *image template*. Setelah data berhasil disimpan, maka sistem akan mendeteksi apakah tingkat kemiripan lebih tinggi dari *template* sebelumnya ?. Jika iya maka keluar *output* berupa audio nominal uang, jika tidak maka akan kembali pada inputan *image* hasil *preprocessing* dan inputan *image template*.

V. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

Pada gambar 9. Tampilan Awal Aplikasi berikut adalah tampilan halaman awal pada aplikasi pendeteksi nilai mata uang kertas rupiah untuk tunanetra. Pada halaman ini terdapat tombol bantuan dan tombol deteksi. Ketika pengguna menekan tombol bantuan, maka sistem akan merespon dengan memberikan *output* berupa audio yang menjelaskan cara

menggunakan aplikasi ini. Ketika pengguna menekan tombol deteksi maka sistem akan merespon dengan mendeteksi nominal uang yang dimulai dari proses menangkap citra masukan berupa uang kertas rupiah yang akan di deteksi nilai nominalnya. Tampilan *user interface* dibuat sederhana dan *user friendly* untuk memudahkan para tunanetra dalam mengoperasikannya.



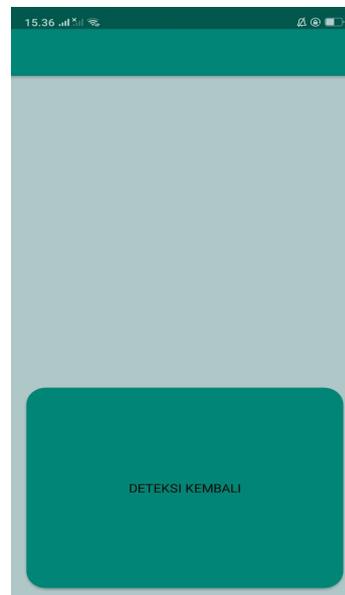
Gambar 9. Tampilan Awal Aplikasi

Pada gambar 10. Tampilan Halaman Menangkap Citra berikut adalah tampilan halaman menangkap citra. Halaman ini merupakan halaman pengambilan gambar citra oleh sistem yang dilakukan secara *live* menggunakan kamera pengguna.. Tampilan berikut merupakan tampilan yang merupakan aktivitas kamera saat ditekan tombol deteksi. pada halaman ini aplikasi akan menangkap gambar uang yang akan dideteksi nilai nominalnya untuk selanjutnya diproses oleh sistem sehingga dapat menghasilkan output berupa hasil deteksi uang yang dideteksi.



Gambar 10. Tampilan Halaman Menangkap Citra

Pada gambar 11. Tampilan Halaman Output berikut adalah tampilan halaman *Output*. Pada halaman ini sistem akan memberikan *output* hasil pengolahan citra uang kertas. Jika berhasil, maka keluar *output* audio berupa nilai nominal uang kertas yang dideteksi. Tetapi jika gagal akan keluar *output* audio untuk mendeteksi kembali. tampilan diatas merupakan tampilan *pre-processing* saat pengambilan citra dari uang. Setelah *output* selesai maka terdapat *button* deteksi kembali. Ketika user menekan tombol ini, maka aplikasi dapat mengulang proses kembali dengan menangkap citra kembali.



Gambar 11. Tampilan Halaman Output

B. Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian terhadap aplikasi untuk mengetahui tingkat keberhasilan aplikasi. Pengujian dilakukan oleh 4 orang yang berbeda dengan mata ditutup kain untuk memperagakan sebagai tunanetra. Tiap *sample* mata uang kertas keluaran tahun 2010 dan tahun 2016 dilakukan percobaan sebanyak 30 kali proses dan diambil nilai rata-rata hasil

TABEL 1. HASIL KESELURUHAN PENGUJIAN UANG 2016

Sample	Kondisi	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Jml
1000	Gambar pahlawan tegak	5+6+5 = 16	1+1+1 = 3	19
	Gambar penari tegak	5+5+6 = 16	0+0+0 = 0	16
2000	Gambar pahlawan tegak	6+6+6 = 18	0+0+0 = 0	18
	Gambar penari tegak	7+6+5 = 18	0+1+1 = 2	20

5000	Gambar pahlawan tegak	$7+7+7 = 21$	$0+0+0 = 0$	21
	Gambar penari tegak	$6+6+6 = 18$	$0+1+0 = 1$	19
10000	Gambar pahlawan tegak	$5+5+5 = 15$	$1+1+1 = 3$	18
	Gambar penari tegak	$6+6+5 = 17$	$0+1+1 = 2$	19
20000	Gambar pahlawan tegak	$7+7+7 = 21$	$0+0+0 = 0$	21
	Gambar penari tegak	$8+6+6 = 20$	$0+1+1 = 2$	22
50000	Gambar pahlawan tegak	$6+6+6 = 18$	$1+1+0 = 2$	20
	Gambar penari tegak	$6+5+6 = 17$	$0+1+1 = 2$	19
100000	Gambar pahlawan tegak	$6+6+6 = 18$	$0+0+1 = 1$	19
	Gambar penari tegak	$7+7+6 = 20$	$0+0+0 = 0$	20
	Jumlah	253	18	271
	Presentase	93,35 %	6,64%	

TABEL 2. HASIL KESELURUHAN PENGUJIAN UANG 2010

Sample	Kondisi	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Jml
1000	Gambar pahlawan tegak	$3+3+2 = 8$	$2+4+3 = 9$	17
	Gambar rumah adat tegak	$0+0+6 = 6$	$5+5+0 = 10$	16
2000	Gambar pahlawan tegak	$4+4+4 = 12$	$1+2+2 = 5$	17
	Gambar rumah adat tegak	$0+2+5 = 7$	$7+4+1 = 12$	19
5000	Gambar pahlawan tegak	$6+7+5 = 18$	$1+0+1 = 2$	20
	Gambar rumah adat tegak	$0+3+6 = 9$	$6+4+0 = 10$	19
10000	Gambar pahlawan tegak	$5+5+5 = 15$	$1+3+1 = 5$	20
	Gambar rumah adat tegak	$2+0+5 = 7$	$4+7+1 = 12$	19
20000	Gambar pahlawan tegak	$7+4+3 = 14$	$0+3+3 = 6$	20
	Gambar rumah adat tegak	$1+0+6 = 7$	$4+5+1 = 10$	17

50000	Gambar pahlawan tegak	$6+4+6 = 16$	$1+3+0 = 4$	20
	Gambar rumah adat tegak	$3+2+6 = 11$	$3+4+1 = 8$	19
100000	Gambar pahlawan tegak	$4+2+3 = 9$	$2+3+4 = 9$	18
	Gambar rumah adat tegak	$0+0+3 = 3$	$7+7+3 = 17$	20
	Jumlah	142	119	261
	Presentase	54,40 %	45,59%	

C. Analisa Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada uang kertas bernilai keluaran tahun 2016 pecahan 1000, 2000, 5000, 10000, 20000, 100000. Dapat diketahui hasil bahwa hasil keseluruhan pengujian pada uang sisi tegak yang dilakukan oleh orang ke-1, orang ke-2, dan orang ke-3 menghasilkan data bahwa 253 berhasil dideteksi dan sebanyak 18 tidak terdeteksi. Artinya dari 271 kali total percobaan yang telah dilakukan, aplikasi ini mampu menghasilkan tingkat keberhasilan sebesar 93,35 %.

Sedangkan pengujian yang telah dilakukan pada uang kertas keluaran tahun 2010 bernilai 1000, 2000, 5000, 10000, 20000, 100000. Dapat diketahui hasil bahwa hasil keseluruhan pengujian pada uang sisi tegak yang dilakukan oleh orang ke-1, orang ke-2, dan orang ke-3 menghasilkan data bahwa 142 berhasil dideteksi dan sebanyak 119 tidak terdeteksi. Artinya dari 261 kali total percobaan yang telah dilakukan, aplikasi ini mampu menghasilkan tingkat keakuratan sebesar 54,40 %.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil implementasi dan uji coba aplikasi pendeteksi nilai mata uang kertas untuk tunanetra maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil membuat aplikasi pendeteksi nilai mata uang kertas untuk tunanetra menggunakan *smatphone android*.
2. Penelitian ini berhasil menerapkan metode *Template Matching Correlation* pada aplikasi pendeteksi nilai mata uang kertas untuk tunanetra menggunakan *smatphone android*.
3. Tingkat akurasi keberhasilan aplikasi ini, setelah dilakukan pengujian sebesar 93, 35% pada uang kertas keluaran tahun 2016 dan 54,46% pada uang kertas keluaran tahun 2010.

Berdasarkan penelitian, dapat diajukan beberapa saran sebagai berikut:

1. Sistem ini dapat dikembangkan dengan memberi proses rotasi otomatis pada *pre-processing* agar prosentase keberhasilan semakin tinggi..

2. Sistem ini juga bisa dikembangkan dengan metode yang lain untuk mendapatkan tingkat keakuratan yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. H. Kurniadi and A. A. Edvanto, "Pembuatan Aplikasi Pemindai Uang Kertas Dengan Algoritma Viola-Jones," pp. 6–7, 2016.
- [2] I. G. Saputra, E. Susanto, and R. Nugraha, "Alat Deteksi Nilai Nominal Uang (Implementation of Neural Network Method in the Detection Tools Nominal Value of Banknotes)," vol. 3, no. 1, pp. 65–71, 2016.
- [3] Dwianggara, Danu. (2015, Juni 13). CARA TUNANETRA MENGENALI UANG[website].Available: <https://www.kartunet.com/cara-tunanetra-mengenali-uang-1017/>
- [4] Maxmanroe.(2016, Januari 12). Pengertian Uang: Definisi, Fungsi, Syarat, dan Jenis-jenis uang[website].Available: <https://www.maxmanroe.com/vid/finansial/pengertian-uang.html>
- [5] Davidk.(2017, Oktober 4). Mengenal Apa itu Android Studio[website].Available: <https://teknologimodern.com/mengenal-apa-itu-android-studio/>
- [6] S. Hartanto, A. Sugiharto, and S. N. Endah, "Optical Character Recognition Menggunakan Algoritma Template Matching Correlation," *J. Masy. Inform.*, vol. 5, no. 9, 2016.
- [7] D. N. Putri, F. Rafmadhanty, I. P. Megantara, I. N. Jayanti, and K. D. Hapsari, "Klasifikasi Huruf Korea (Hangul) dengan Metode Template Matching Correlation," pp. 1–5, 2014.
- [8] T. Matching, S. Putra, I. Muslim, and I. Zul, "Identifikasi Aktivitas Manusia di Dalam Ruangan Menggunakan IP Camera Identifikasi Aktivitas Manusia di Dalam Ruangan Menggunakan IP Camera dengan Metode Template Matching dan Algoritma Klasifikasi," no. February, pp. 1–5, 2016.
- [9] M. G. Gumelar, I. Fibriani, D. Setiabudi, and B. Supeno, "Analisis Sistem Pengenalan dan Keamanan Kriptografi Hill Cipher pada Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Template Matching," *Rekayasa Teknol. Ind. dan Inf. 2016*, pp. 29–38, 2016.
- [10] R. Pranadipa, V. Novitasari, M. Kurniawati, N. Puspitasari, Y. Bonita, and U. Brawijaya, "Pengenalan angka pada plat nomor dengan metode template matching."
- [11] T. Tri Pamungkas, R. Rizal Isnanto, and A. Ajulian Zahra, "Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Template Matching Dan Jarak Canberra," *Transient*, vol. 3, no. 2, pp. 166–173, 2014.
- [12] P. Studi *et al.*, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi dan Pengenalan Angka Pada Meteran Air PDAM Menggunakan Metode Template Matching Correlation Indra Hermawan," *J. Teknol. Terpadu Vol. 1, No. 2, Desember 2015 ISSN 2477-0040 e-ISSN 2460-7900*, pp. 55–61, 2015.
- [13] D. Avianto, "Pengenalan Pola Karakter Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Algoritma Momentum Backpropagation Neural Network," *J. Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 1199–1209, 2016.
- [14] W. Chantara, J.-H. Mun, D.-W. Shin, and Y.-S. Ho, "Object Tracking using Adaptive Template Matching," *IEIE Trans. Smart Process. Comput.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2015.
- [15] Miezianko, Roland. (2015, September 11). TEMPLATE MATCHING[website].Available:<http://www.inf.uszeged.hu/~pbalazs/teaching/TemplateMatching.pdf>