

Sistem Pendeteksi Kelayakan Uang Kertas Rupiah Metode *Canny* Berbasis *Opencv*

1st Muhammad Bagas Ahnaf
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
bagasahnaf50@gmail.com

2nd Achmad Rizal
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
achmadrizal@telkomuniversity.ac.id

3rd Novi Prihatiningrum
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
Noviprihatiningrum@telkomuniversity.ac.id

Abstrak - Uang merupakan sebuah alat tukar yang digunakan dan disetujui oleh sebuah negara untuk melakukan transaksi barang dan jasa. Bank Indonesia mengeluarkan aturan kelayakan uang kertas rupiah agar bisa ditukarkan dengan uang rupiah yang baru dengan keadaan yang layak 2/3 bagian uang rupiah atau sebesar 63,33% bagian uang kertas rupiah utuh menjadi batasan uang tersebut dapat ditukarkan atau tidak. Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan untuk mengetahui persentase keutuhan uang kertas rupiah dengan perancangan sistem kelayakan uang kertas rupiah dengan metode *canny*, dan OCR untuk mengetahui teks yang berada di uang kertas rupiah yang diteliti. Hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan pengujian mendapatkan hasil dimana akurasi terbaik untuk sistem mengetahui kelayakan uang kertas rupiah dengan menggunakan *canny detection* dengan tambahan fitur OCR, mendapatkan hasil 89,211% keutuhan dan 100% akurasi mengenal nominal uang kertas rupiah yang dipindai.

Kata Kunci: Uang Kertas rupiah, Aturan Bank Indonesia, *Edge Detection*, OCR, Persentase kelayakan.

I. PENDAHULUAN

Uang merupakan alat tukar sebuah negara yang diakui secara sah, dimana alat tukar tersebut memiliki nilai dan kondisi fisik yang berbeda-beda disetiap negara [1]. Uang juga berfungsi sebagai alat tukar menukar yang mempunyai nilai sesuai dengan ketetapan dengan nilai pembandingan seperti dengan *Dollar USA*. Dengan hal tersebut, secara langsung sebuah uang akan mempunyai pengaruh dengan keadaan fisik ataupun nilai ekonomi sebuah negara. Indonesia mempunyai 2 jenis mata uang menurut bahan pembuatannya, yaitu kertas dan logam. Adanya perbedaan bahan pembuatan sebuah uang, maka akan berbeda juga resiko kerusakan atau kelayakan sebuah uang yang dinilai dari bentuk fisik. Menurut hasil wawancara penulis, didapatkan uang yang lebih rentan terhadap kerusakan fisik adalah uang kertas, karena akan lebih sering dipakai oleh masyarakat dan disimpan dengan sembarang sesuai kemauan masyarakat itu sendiri. Kerusakan fisik yang terjadi membuat pengelolaan penetapan uang masih termasuk kedalam layak edar menjadi perhatian dan membuat aturan batas minimal uang tersebut bisa dikatakan layak atau tidak.

Bank Indonesia selaku bank sentral yang mempunyai salah satu fungsi utama yaitu mengelola uang

rupiah, dimana salah satu tugasnya mengatur keluarnya uang di Indonesia [2]. Pengelolaan tersebut diharapkan mampu menciptakan ekosistem yang baik dalam penyimpanan uang. Dengan aturan tersebut diharapkan masyarakat lebih waspada dalam menjaga keadaan fisik uang rupiah agar tidak terjadinya kerusakan fisik uang rupiah. Ada beberapa aturan yang digunakan untuk bisa menukarkan uang rupiah yang rusak menjadi uang rupiah yang baru dan layak edar, mulai dari kondisi fisik hingga nomor seri. Aturan yang pertama, kondisi fisik uang kertas rupiah harus lebih dari 2/3 bagian dari ukuran uang asli. Aturan kedua, uang yang rusak tersebut masih dalam kurun waktu edarnya untuk penukaran uang yang berlaku. Aturan ketiga, jika kondisi fisik uang kertas rupiah terpisah menjadi beberapa bagian, maka disetiap bagian tersebut harus mempunyai nomor seri yang sama. Dengan terpenuhinya syarat tersebut maka uang dapat ditukarkan dengan uang rupiah yang baru dan layak edar [3].

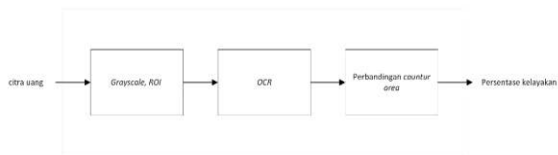
Dalam jurnal ini akan dilakukan pembuatan sistem pendeteksi kelayakan uang kertas rupiah dengan metode *canny* dan bersifat *OpenCV*. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah agar dapat mengetahui kelayakan uang kertas Rupiah guna mempermudah masyarakat mengecek apakah uang kertas rupiah yang dimiliki masih layak dan bernilai.

II. KAJIAN TEORI

A. Desain konsep

Gambar 2.1 merupakan desain konsep sistem yang akan digunakan dalam pengerjaan penelitian ini. Adapun bagian-bagian dalam desain sistem yang digunakan yaitu:

1. Pengambilan input berupa citra uang kertas rupiah random.
2. Citra input diproses menjadi bentuk *grayscale* dengan penyesuaian ukuran objek yang akan diamati lebih lanjut.
3. Proses *grayscale* akan menghasilkan citra dengan keadaan hitam putih, guna dilanjutkan dengan deteksi nominal menggunakan OCR dan selanjutnya proses *edge detection* untuk mengetahui pinggiran sisi objek.
4. Citra dengan deteksi tepi akan kembali diproses menentukan line detection dan dibandingkan luasnya dengan deteksi *counter area*.
5. Citra yang telah diproses akan diketahui persentase sesuai dengan perhitungan dengan *counter area*.



GAMBAR 1
Desain sistem

B. Fisik Uang Kertas Rupiah

Kondisi fisik uang kertas Rupiah tahun edar 2016 Bank Indonesia mempunyai ukuran yang sudah sesuai dengan aturan yang berlaku. Secara umum uang kertas Rupiah mempunyai ukuran yang tidak berbeda jauh diantara setiap nominal yang dikeluarkan oleh PERURI selaku BUMN yang bertugas untuk mencetak uang kertas dan koin yang sah bagi Republik Indonesia. Spesifikasi setiap nominal uang kertas rupiah tahun edar 2016 mempunyai lebar yang sama yaitu 65 mm, tetapi mempunyai panjang yang berbeda disetiap nominal, mulai dari nominal Rp1000 mempunyai panjang 141 mm, nominal Rp2000 dengan panjang 141mm, nominal Rp5000 dengan panjang 143 mm, nominalRp10000 dengan panjang 145 mm, nominal Rp20000 dengan panjang 147 mm, nominal Rp50000 dengan panjang 149 mm, dan terakhir nominal Rp100000 dengan panjang 151 mm.

C. Kelayakan Penukaran Uang Kertas Rupiah

Menurut Pasal 23B UUD 1945 jo. Pasal 1 angka 1 dan angka 2, Pasal 2 ayat (1) serta Pasal 21 ayat (1) UU Mata Uang, Rupiah adalah satu-satunya alat pembayaran yang sah di Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) dan setiap transaksi yang mempunyai tujuan pembayaran yang dilakukan di wilayah NKRI wajib menggunakan Rupiah[2]. Uang kertas rupiah juga memiliki ketetapan standar atau ketetapan aturan yang mengatur spesifikasi atau kondisi uang kertas rupiah yang masih bisa ditukar dan tidak. Masa edar atau masa berlakunya uang kertas rupiah menurut Panduan Bank Indonesia selama uang tersebut masih belum ditarik dari peredaran maka masih dapat dinyatakan bahwa diakui sebagai alat pembayaran yang sah[2].

Menurut aturan Panduan Penukaran Uang dari Bank Indonesia ada 3 syarat agar uang kertas Rupiah yang telah rusak dapat ditukarkan dengan uang kertas Rupiah yang baru, diantaranya yang pertama kondisi fisik uang kertas Rupiah harus leih dari 2/3 bagian dari uang kertas Rupiah yang sesuai dengan nominalnya, kedua uang kertas Rupiah masih dalam waktu edarnya, lalu yang ketiga yaitu jika uang kertas Rupiah terpisah menjadi beberapa bagian (paling banyak 2 bagian terpisah) maka diharuskan dibagian terpisah tersebut masing-masing dapat dikenali nomor seri yang sama.

D. Proses pemindaian dengan *line correction*.

Line correction merupakan sebuah metode untuk melakukan pemindaian dalam melakukan analisa terhadap suatu gambar dengan meletakkan garis lurus utama sebagai acuan atau pembanding dengan gambar yang akan dianalisa. Metode *line correction* dengan memperhatikan pemindaian garis tepi pada setiap objek yang ingin diteliti telah diterapkan pada mendeteksi tulang patah pada diafisis tibia dan fibula manusia dengan 90% patah tulang terdeteksi dengan baik dan 100% pada tulang normal yang terdeteksi dengan baik[5]. Dalam penelitian yang telah dilakukan, metode *line correction* telah mendapatkan hasil yang cepat

dengan waktu komputasi sebesar 2,33 detik jika mendapatkan garis tepi gambar sempurna. Dengan demikian metode *line correction* bisa dipakai dan diterapkan pada deteksi kelayakan uang kertas Rupiah, karena uang kertas Rupiah memiliki bentuk yang sama disetiap nominal yaitu persegi panjang tetapi akan memiliki bentuk fisik yang berbeda di setiap uang kertas rupiah yang beredar di masyarakat sesuai dengan cara dan tempat merawat uang kertas rupiah. *Line correction* mampu dalam menentukan batas bentuk fisik uang kertas rupiah yang sudah beredar di masyarakat dengan fisik uang kertas rupiah uang masih baru.

E. *Edge Detection*

Edge detection merupakan suatu proses pengolahan citra digital dengan memperhatikan detail dari tingkat kecerahan yang berubah drastis dan diskontinuitas. Ada beberapa metode yang sering diterapkan seperti *Sobel*, *Canny*, *Robert*, *Prewitt*, *Scharr*, *HSV* dan sebagainya. Banyaknya metode yang diterapkan menyatakan bahwa agambar akan terlihat berbeda pada tingkat kejelasan gambar ketika dipindai dan sesuai dengan resolusi yang akan dipindai. *Canny* merupakan suatu metode dengan tingkat kejelasan yang cocok dengan dekati tepi uang kertas rupiah, dikarenakan kebutuhan bagian objek yang akan dipindai hanya bagian tepi dari uang kertas rupiah dan bukan bagian dalam dari uang kertas rupiah. Deteksi *canny* akan menghasilkan gambar yang hanya berbentuk garis garis putih dengan sekeliling hitam, juga akan menyesuaikan dengan keadaan kondisi tingkat kecerahan dan kesesuaian warna dari gambar yang akan dipindai[6]. Penggunaan metode *canny* digunakan seperti pada penggunaan guna mengetahui tepi atau pinggiran suatu objek.

Tingkat pencahayaan yang merata menjadi kunci metode *canny* akan bekerja dengan maksimal. Warna uang kertas rupiah disetiap nominal berbeda, dan memungkinkan untuk menetapkan 1 warna background agar terlihat dengan jelas perubahan warna yang terjadi. Dalam tahapan proses gambar hingga menjadi gambar dengan pinggiran, juga dilakukan tahap *filtering*, yaitu tahap *filter blur* dengan tipe *Gaussian Blur*[8]. Filter ini akan berfungsi sebagai merubah tingkat kejelasan suatu gambar, pada yang kertas rupiah dilakukan *filtering* guna membuang atau menghapus *noise* atau halangan pada bagian detail gambar, sehingga proses pindai garis tepi akan fokus kepada bagian tepi objek[6].

F. *OCR (Optical Character Recognition)*

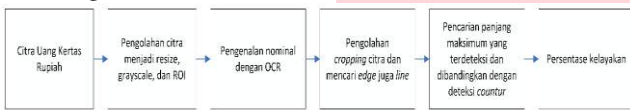
OCR adalah suatu proses mengubah gambar huruf menjadi sebuah karakter yang bisa dikenali oleh komputer. Gambar huruf yang dimaksud adalah berupa foto dengan detail tulisan di dalamnya, hasil scan dokumen, atau hasil print screen pada halaman web. *OCR* merupakan tahap penyederhanaan terhadap suatu teks, dimana hasil deteksi teks akan dituliskan kembali menjadi bentuk .txt dari .jpg, .jpeg, .png, atau bahkan tipe file lainnya. *OCR* biasa diterapkan pada sistem deteksi plat nomor kendaraan atau pengenalan teks lainnya seperti deteksi dokumen. Metode *OCR* memudahkan untuk mengetahui apa saja teks atau tulisan yang ada di dalam foto, dan dapat dilanjutnya ke sistem lanjutan lainnya seperti ditambah fitur pembacaan sehingga bisa langsung dibacakan menggunakan *google voice* bagi penyandang tunanetra[9].

Metode ini juga cocok diterapkan pada deteksi nominal uang, baik uang kertas atau uang logam. Ukuran dan jenis huruf pada nominal uang kertas dicetak dalam ukuran dan jenis huruf yang sama baik secara ukuran dan letaknya. Ini memudahkan bagi *OCR* untuk mengetahui secara langsung dengan mengatur letak pembacaan nominal dan teks sehingga dapat dituliskan langsung.

G. Desain sistem

Desain sistem dirancang untuk membuat sebuah sistem pengecekan persentase kondisi fisik secara visual uang kertas rupiah berdasarkan perbandingan kondisi fisik uang kertas rupiah dengan keadaan rapih dan utuh menggunakan *OpenCV* berbahasa *python* dengan kombinasi *library cv2* dan *easyocr*. Sistem akan mengolah citra uang kertas rupiah yang akan diteliti tersebut menggunakan *machine learning* pada laptop/komputer.

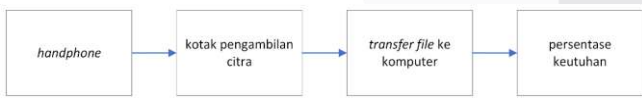
H. Diagram blok



GAMBAR 2 Diagram blok

Dapat dilihat dari blok diagram sistem pada Gambar 2 citra uang kertas yang akan diteliti akan diolah dengan *resize*, lalu *grayscale*, juga *ROI*. Hasil *ROI* akan menghasilkan citra dengan keadaan sudah terpotong lebih fokus kepada citra yang akan diteliti juga menjadi hitam putih. Citra dengan kondisi fokus akan melalui proses deteksi nominal dengan fitur *OCR*. Selanjutnya citra akan dicari deteksi tepi dengan menggunakan *edge detection* dan *line detection*. Hasil citra dengan adanya edge pada citra tersebut, akan diproses untuk mencari panjang maksimum yang terdeteksi guna menjadikan perbandingan dengan deteksi *counter*. Lalu jika sudah dibandingkan maka akan diketahui persentase besarnya tingkat keutuhan pada uang kertas rupiah dan bisa dianggap sebagai kelayakan pada uang kertas rupiah.

I. Diagram blok hardware/komunikasi sistem



GAMBAR 3 Diagram blok hardware

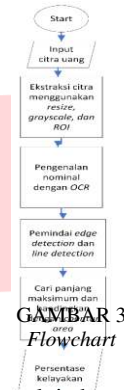
Pada Gambar 3 sistem ini akan berfungsi dengan menggunakan beberapa perangkat dan alat, dengan komunikasi sistem dimulai dari *handphone* yang berfungsi untuk pengambilan citra, lalu setelahnya uang kertas rupiah dimasukkan kedalam kotak guna pengambilan citra, setelahnya file citra akan dikirim ke komputer guna melanjutkan proses pemindaian, dan terakhir akan mengetahui persentase keutuhan citra uang kertas rupiah.

J. Device pengambilan citra

Device yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *smartphone Samsung A30S* dengan *flash on*. Lampu *flash on* digunakan untuk menyinari uang sehingga akan menghasilkan citra uang dengan persebaran cahaya yang

merata disetiap bagian uang. Adapun spesifikasi dan pengaturan kamera yang digunakan yakni pengambilan foto berjarak 22 cm, tipe kamera 25MP dengan perbandingan foto 3:4, *flash on*, *background* berwarna putih atau kertas ukuran A4 dan kotak pengambilan citra berukuran 36x27x33 cm.

K. Desain perangkat lunak



GAMBAR 3 Flowchart

Proses sistem ini dimulai dengan input citra yang akan diteliti. Citra tersebut diolah dengan *resize* atau penyama ukuran, lalu akan membuat citra tersebut fokus ke bagian yang akan diteliti, dan setelahnya akan dibuat menjadi warna *grayscale*. Citra yang telah diubah menjadi citra objek yang fokus dan berwarna abu-abu, selanjutnya diubah menjadi diolah dengan *OCR* untuk mencari nominal dalam uang kertas rupiah. Selanjutnya dilakukan deteksi tepi atau pinggiran, untuk mengetahui batasan dari objek tersebut. Setelahnya akan dilakukan proses deteksi garis atau line untuk mengetahui garis lurus dalam objek uang kertas rupiah. Citra yang telah dideteksi garis akan dicari panjang maksimum guna mengetahui persentase luas yang akan dibandingkan dengan *counter* area. Setelahnya akan diketahui persentase besarnya fisik uang kertas rupiah yang bisa dinyatakan sebagai kelayakan uang kertas rupiah.

III. METODE

Sistem pada tugas akhir ini dibuat menggunakan *OpenCV* berbahasa *python* dengan citra yang diambil menggunakan *smartphone samsung* yang akan dilakukan proses pemindaian hingga citra dapat diketahui detail panjang dan lebarnya. Perbandingan luas daripada citra yang dipindai akan dibandingkan dengan citra kertas berwarna atau kertas lipat dengan ukuran yang sama dengan uang kertas rupiah. Tahap pengujian sistem pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

A. Proses persiapan pengambilan citra

Citra yang akan di teliti akan melalui tahap awal yaitu memasukan uang kertas rupiah kedalam kotak, dimana kotak tersebut berfungsi sebagai alat guna mengambil citra dengan jarak dan pencahayaan yang sama pada setiap citra yang diambil. Kotak sebesar 36x27x33 cm, dengan kondisi jarak pengambilan citra diatur dengan jarak 22 cm dari uang kertas rupiah dengan kamera.

B. Cropping citra

Citra yang telah diambil akan diseuaikan ukurannya agar menjadi fokus terhadap bentuk yang akan di proses. Proses cropping atau pemotongan akan dilakukan setelah citra dirubah skala foto dengan ukuran 0.5 kali dari skala pertama perngambilan citra.

C. Scan easyocr

Citra yang telah selesai melakukan proses cropping akan mendeteksi menggunakan fitur *easyocr* guna mengetahui letak dan nominal. Deteksi akan dilakukan mulai dari pojok kiri atas sesuai dengan letak koordinat yang dimulai dari pojok kiri atas sampai pojok kanan bawah. Banyaknya tulisan atau angka yang akan terdeteksi akan dibatasi dengan perintah [0][1] untuk nominal dan [1][1] untuk tulisan besarnya nominal dengan bahasa yang diatur agar bisa mendeteksi yaitu "en" yang berarti Bahasa Inggris.

D. Grayscale citra

Citra yang telah dilakukan pemotongan akan diubah menjadi bentuk warna biner yaitu hitam putih dengan metode *grayscale* yaitu merubah menjadi warna abu-abu.

E. Edge detection

Kondisi citra yang telah berubah menjadi *grayscale* akan ditambah dengan efek *gaussian blur* terlebih dahulu agar bisa lebih diketahui proses pemindaian garis tepi dari objek atau *edge detection*. Citra dengan efek *gaussian blur* akan menghasilkan proses *edge detection* yang lebih baik dan lebih detail. Spesifikasi *edge detection* yang digunakan dengan *threshold 1* sebesar 50 dan *threshold 2* sebesar 150.

EDGE DETECTION

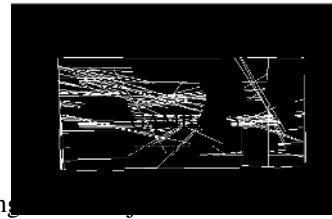


GAMBAR 4
Edge detection

F. Line detection citra

Citra yang telah diketahui edge atau pinggirannya selanjutnya akan diproses guna mengetahui line atau garis luaran yang akan menjadi perhitungan panjang dan lebar dari citra uang kertas rupiah. Deteksi garis pinggir akan dipengaruhi oleh besaran *threshold* yang diatur, jika semakin besar *threshold* maka akan terlihat semakin acak dan hilang detail garis dari foto, dan jika semakin kecil akan terlihat sangat detail dengan arah atau posisi mengikuti posisi asli dari *edge*. Nilai *threshold* yang dipakai adalah 30, dengan besaran minimum panjang garis yang terdeteksi sebesar 1, juga maksimum perbedaan garis terdeteksi sebesar 20.

LINE DETECTION



G. Perbandingan

Proses *line detection* dapat diketahui panjang dan lebar maksimum yang dapat diketahui, panjang dan lebar maksimum dilihat dari besaran sumbu x dan sumbu y sesuai garis lurus. Panjang dan lebar yang diketahui akan dilakukan perkalian matematika dan akan menghasilkan luas dari objek dalam satuan piksel. Perbandingan yang dilakukan akan dilakukan dengan perbandingan luas dengan objek random yaitu sebuah kertas polos berwarna atau kertas lipat dengan posisi dan jarak pengambilan sama dengan citra yang akan diproses, juga ukuran yang sama dengan uang kertas rupiah. Luas didapatkan dari mengetahui secara digital menggunakan fitur *numpy* melalui *counter area*.

H. Hasil pemindaian

Persentase akhir akan menunjukkan bahwa nilai keutuhan bentuk fisik uang kertas rupiah yang telah dipindai melalui sistem. Besarnya persentase bergantung kepada banyaknya piksel yang terdeteksi dalam citra uang yang dipindai, dimana nilai area yang terdeteksi dibagi dengan nilai bentuk dari citra yang dipindai.

```
Nominal : 5000
Text : LIAa RIBU Rupiat
Max Panjang: 51.971046509423765
Max Lebar: 13.904761904761905
berapa jumlah garis yang diskontinu: 4
Persentase keutuhan: 94.2649889091858 %
```

GAMBAR 6
Hasil akhir

Persentase akhir akan berupa nilai *float* dengan ujicoba sebanyak 20 kali pada setiap kondisi yang dideteksi. Perbedaan besar persentase akan berpengaruh pada setiap citra yang akan dipindai, bergantung kepada angle foto, jarak foto, hingga pencahayaan background. Hasil pemindaian akan dilihat pada nilai nominal, teks, juga persentase keutuhan, yang mana akan menentukan bahwa uang tersebut sama nominal yang terdeteksi dengan keadaan asli fisik.

TABEL 1

Tabel Hasil Uji Coba Uang Kertas Rupiah Kondisi Utuh

Percobaan Ke-	Persentase Keutuhan	Nominal
1	96,22%	1000
2	98,82%	1000
3	98,30%	2000
4	81,16%	2000
5	92,14%	2000
6	89,83%	2000
7	97,17%	5000
8	89,60%	5000
9	82,88%	5000
10	85,70%	10000
11	84,50%	10000
12	95,44%	10000
13	87,45%	20000
14	89,78%	20000
15	84,90%	50000
16	88,35%	50000
17	85,86%	50000
18	97,24%	100000
19	86,43%	100000
20	87,65%	100000

Dengan melakukan percobaan pemindaian keutuhan uang kertas rupiah dengan semua nominal uang kertas rupiah, didapatkan rata-rata persentase keutuhan uang kertas rupiah sebesar 89,221% dengan 100% akurasi keberhasilan deteksi nominal.

TABEL 2
Tabel Hasil Uji Coba Uang Kertas Rupiah Kondisi Rusak

Percobaan Ke-	Persentase Keutuhan	Nominal
1	74,78%	1000
2	57,9%	1000
3	62,98%	1000
4	76,23%	1000
5	68,9%	1000
6	65,42%	1000
7	41,33%	2000
8	63,2%	2000
9	59,24%	2000
10	49,8%	2000
11	66,12%	2000
12	71,27%	2000
13	55,30%	5000
14	63,42%	5000
15	60,98%	5000
16	56,25%	5000
17	67,88%	5000
18	76,11%	5000
19	28,33%	10000
20	65,44%	10000

Dengan melakukan percobaan pemindaian keutuhan uang kertas rupiah yang rusak dengan nominal Rp 1000, Rp 2000, Rp 5000, dan Rp 10000, didapatkan rata-rata persentase keutuhan uang kertas rupiah sebesar 61,544% dengan 100% akurasi keberhasilan deteksi nominal.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Berdasarkan hasil akurasi yang didapat dengan melakukan 20 kali pemindaian uang kertas rupiah utuh dengan semua nominal, didapatkan akurasi sebesar 100% untuk sistem mengetahui nominal uang yang dipindai dengan menggunakan metode OCR.
2. Berdasarkan hasil akurasi yang didapat dengan melakukan 20x pemindaian uang kertas rupiah semua nominal, didapatkan akurasi 89,221% untuk sistem mengetahui nilai persentase keutuhan uang kertas rupiah dengan metode deteksi area dan countur.
3. Berdasarkan hasil uji coba dengan kondisi uang potong sembarang, nilai persentase didapatkan tidak stabil dengan akurasi sebesar 61,544% untuk mendeteksi 20 citra dengan kondisi rusak yang berbeda disetiap citranya.
4. Berdasarkan hasil akurasi yang didapat dengan melakukan 20 kali pemindaian uang kertas rupiah rusak dengan semua nominal, didapatkan akurasi sebesar 100% untuk sistem mengetahui nominal uang yang dipindai dengan menggunakan metode OCR.
5. Kondisi pencahayaan berpengaruh terhadap nilai persentase keutuhan, dengan Gambar 8 diketahui dengan persentase 87,65% (kiri) dan persentase 96,22% (kanan).

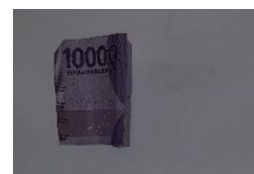


GAMBAR 7
Uang Kertas Rupiah dengan Cahaya Kurang



GAMBAR 8
Uang Kertas Rupiah dengan Cahaya Bagus

6. Keutuhan uang kertas rupiah mampu mendeteksi nominal dalam keadaan terbaca secara visual dengan jelas, pada Gambar 9 nominal uang kertas rupiah tetap terbaca dengan persentase keutuhan sebesar 28,33%, dan terbaca dengan keutuhan sebesar 66,12% .



GAMBAR 9
Uang Kertas Rupiah dengan Kondisi Hanya Nominal



GAMBAR 10
Uang Kertas Rupiah dengan Kondisi rusak sebagian

Hasil penelitian ini mendapatkan akurasi sebesar 100% untuk mengetahui nominal uang kertas, juga sistem mampu mengetahui persentase semua nominal uang kertas rupiah yang diteliti dengan persentase keutuhan sebesar 89,211%. Sistem juga mampu mengetahui persentase terhadap uang kertas rusak dengan persentase sebesar 61,544% keutuhan dan 100% dengan mengenal nominal. Kekurangan penelitian ini adalah terkait detail jika uang rusak terlalu random dan acak, sistem pemindai mendapatkan hasil yang tidak cukup valid bisa dikatakan bahwa persentase keutuhan. Penelitian [1] mendapatkan kelebihan memakai database sesuai dengan yang diinginkan peneliti, jadi dapat diatur sebagaimana kebutuhan yang diharapkan agar sesuai dengan keinginan peneliti.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan pengujian mendapatkan hasil dimana akurasi terbaik untuk sistem mengetahui kelayakan uang kertas rupiah dengan menggunakan canny detection dengan tambahan fitur ORC, akan mendapatkan hasil 89,211% keutuhan dan 100% akurasi mengenal nominal uang kertas rupiah yang dipindai.

REFERENSI

- [1] N. Puspita, "Aplikasi Pendeteksi Kelayakan Penukaran Uang Kertas Rupiah menggunakan Fitur HSV, Fitur GLCM, dan CANNY EDGE DETECTION," 2020.
- [2] B. Indonesia, "Buku Panduan Penukaran Uang".
- [3] A. F. I. A. P. Riza Alfita, "Identifikasi Nilai Nominal Uang Kertas Berdasarkan Warna Berbasis Image Processing Menggunakan Metode Template Matching," 2022.
- [4] P. Norxel, Artist, Alat pemindai Keutuhan Uang. [Art]. 2022.
- [5] Y. N. f. Y. S. H. Ahmad Rizal, "Diaphysis fracture on tibia and fibula detection based on digital image processing and scan line algorithm," 2014.
- [6] N. K. A. W. G. M. A. S. Eka Candyasa Pratyaswara, "Analisis Perbandingan Metode Canny, Sobel dan HSV dalam Proses Identifikasi Bunga Anggrek Hibrida," 2017.
- [7] A. P. Abdul Haris, "IMPLEMENTASI METODE DETEKSI TEPI CANNY PADA OBJEK SEBAGAI MODEL KEAMANAN APLIKASI PADA SMARTPHONE ANDROID," 2016.
- [8] H. L. S. Y. S. H. Andre Wedianto, "ANALISA PERBANDINGAN METODE FILTER GAUSSIAN, MEAN DAN MEDIAN TERHADAP REDUKSI NOISE," 2016.
- [9] S. Muharom, "Pengenalan Nomor Ruangan Menggunakan Kamera Berbasis OCR Dan Template Matching," 2019.
- [10] B. Indonesia, 2022. [Online].
- [11] A. E. R. Safriadi, "ANALISIS DETEKSI TEPI CANNY PADA CITRA DENGAN GAUSSIAN FILTERING DAN BILATERAL FILTERING," 2017.
- [12] W. K. S. M. Awang Hendrianto Pratomo, "IMPLEMENTASI ALGORITMA REGION OF INTEREST (ROI) UNTUK MENINGKATKAN PERFORMA ALGORITMA DETEKSI DAN KLASIFIKASI KENDARAAN," 2018.
- [13] B. Indonesia, "Gambar Uang," 2023. [Online]. Available: bi.go.id.
- [14] C. L. Mathew George, "Object Detection using the Canny Edge Detector," 2013.