

ALAT PENDETEKSI KEASLIAN DAN NOMINAL UANG KERTAS SERTA PENUKAR KOIN DENGAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN)

Nama : Rizal Putra Bagaskoro
NIM : 180491200074
Program Studi : Teknik Mekatronika
Dosen Pembimbing : 1. Ahmad Sahru Romadhon, S.Kom., M.T.
2. Vivi Tri Widyaningrum, S.Kom., M.T.

ABSTRAK

Koin banyak digunakan dalam beberapa mesin, seperti *vending machine*, mesin mainan anak-anak dan permainan papan. Uang yang ditukarkan menjadi koin dari nominal Rp.5.000; sampai Rp.100.000;. Sebelum menukarkan koin sistem akan mendeteksi keaslian dan nominal dari uang kertas tersebut, karena saat ini keberadaan uang palsu banyak ditemukan di kehidupan sehari-hari. Dalam mengetahui uang palsu dapat menggunakan lampu *ultraviolet* untuk memunculkan *invisible ink*, karena saat ini uang palsu memiliki ciri fisik yang sama dengan uang asli. Pada penelitian ini menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi keaslian dan nominal dari uang kertas. Sebelumnya data citra dari uang kertas akan disimpan kemudian dilakukan proses *training* pada citra uang tersebut untuk mengetahui ciri-ciri dari keaslian dan nominal uang. Pertama uang akan ditaruh di tempat pendeteksian, kemudian kamera akan mendeteksi apakah sudah ada uang yang masuk, kemudian pintu akan tertutup. Ketika pintu tertutup lampu ultraviolet akan menyala untuk mengetahui keaslian dan nominal uang tersebut dari ciri-ciri uang yang datanya sudah di-*training* sebelumnya untuk mengetahui kemiripannya. Setelah itu, nominal uang yang dideteksi akan ditukarkan dengan koin. Hasil dari penelitian yang dilakukan pendeteksian keaslian dan nominal uang kertas ini kurangnya data citra latih yang digunakan masih kurang sehingga proses pembacaan nominal uang masih salah. Pada pembacaan uang pada nominal Rp. 5000 memiliki keberhasilan 50%, pada Rp. 10.000 keberhasilan 80%, pada nominal Rp. 20.000 keberhasilan 80%, pada nominal Rp. 50.000 keberhasilan 90%, pada nominal Rp.100.000 keberhasilan 80% dan pada uang palsu keberhasilan 100%. Persentase keberhasilan keseluruhan sistem sebanyak 80%

Kata Kunci : *Android, Ultraviolet, Convolutional Neural Network (CNN), Koin*

**AUTHENTICITY AND NOMINAL DETECTION TOOL AND COIN EXCHANGER
WITH THE CONVULATIONAL NEURAL NETWORK (CNN) METHOD**

Nama : Rizal Putra Bagaskoro
NIM : 180491200074
Program Studi : Teknik Mekatronika
Dosen Pembimbing : 1. Ahmad Sahru Romadhon, S.Kom., M.T.
2. Vivi Tri Widyaningrum, S.Kom., M.T.

ABSTRACT

Coins are widely used in several machines, such as vending machines, children's toy machines and board games. Money that is exchanged into coins of a nominal value of Rp. 5,000; up to Rp. 100,000; Before exchanging coins, the system will detect the authenticity and nominal value of the banknotes, because currently counterfeit money is found in everyday life. In knowing counterfeit money, you can use an ultraviolet light to reveal invisible ink, because now counterfeit money has the same physical characteristics as real money. In this study, the Convolutional Neural Network (CNN) method was used to detect the authenticity and nominal value of banknotes. Previously, the image data from banknotes would be stored, then a training process was carried out on the image of the money to determine the characteristics of the authenticity and nominal value of the money. First the money will be placed in the detection area, then the camera will detect whether there has been money entered, then the door will be closed. When the door is closed, the ultraviolet light turns on to find out the authenticity and nominal value of the money from the characteristics of the money whose data has been previously trained to find out the similarities. After that, the detected nominal money will be exchanged for coins. On reading the money at a nominal value of Rp. 5000 has 50% success, at Rp. 10,000 80% success, at nominal Rp. 20,000 80% success, at nominal Rp. 50,000 90% success, at nominal Rp.100,000 80% success and 100% success on counterfeit money. the overall success percentage of the system is 80%

Keywords: Android, Ultraviolet, Convolutional Neural Network (CNN), Coin

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Alat pendeteksi keaslian dan nominal uang kertas serta penukar koin metode *convolutional neural network* (CNN)”. Atas keterbatasan penulis dalam membuat laporan tugas akhir ini maka penulis mengharap kritik dan saran untuk dijadikan sebagai evaluasi bagi penulis. Tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah men-*support* dan membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini, yaitu kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kami petunjuk dan Hidayah dalam menyelesaikan pembuatan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua saya atas doa dan dukungannya.
3. Kepada Bapak Ahmad Sahru Romadhon, S.Kom., M.T. dan Ibu Vivi Tri Widyaningrum, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing dengan baik.
4. Seluruh staf pengajar prodi Teknik Mekatronika atas ilmu yang diberikan selama proses perkuliahan, semoga menjadi amal sholeh dan bermanfaat, Aamiin .
5. Kepada sahabat yang sudah membantu dan memberikan semangat kepada saya sehingga bisa menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Terima kasih kepada seluruh pihak yang sudah membantu yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan yang Maha Esa memberikan balasan semua kebaikan yang telah dilakukan. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam laporan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat. Aamiin.

Bangkalan, 16 Agustus 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

	Hal.
JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS JUDUL	iv
MOTTO	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR ISTILAH	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
1.6 Metodologi Penulisan Skripsi	4
1.7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	6
BAB II TEORI PENUNJANG	7
2.1 Penelitian Yang Pernah Dilakukan	7
2.2 Uang.....	9
2.2.1 Uang Kertas.....	9
2.2.2 Uang Logam	10
2.3 <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	10
2.3.1 Struktur CNN untuk Citra	10
2.3.2 Arsitektur Jaringan	11
2.3.3 Proses Pelatihan.....	13
2.3.4 <i>Learnable Parameters</i>	18
2.4 <i>Thresholding</i>	19
2.5 <i>Android Studio</i>	19
2.6 <i>Arduino Mega2560</i>	20

2.7	<i>OpenCV</i>	21
2.8	Sinar Ultraviolet.....	21
2.9	Kamera pada <i>Smartphone Android</i>	22
2.10	Motor Servo	23
BAB III PERANCANGAN SISTEM.....		24
3.1	Pembuatan Desain Alat	24
3.2	Diagram Blok.....	26
3.3	Rangkaian Elektronika	27
3.4	<i>Flowchart</i> Sistem	29
3.4.1	<i>Flowchart</i> Keseluruhan Sistem	29
3.4.2	<i>Flowchart Learning</i> CNN Keaslian dan Nominal uang.....	31
3.4.3	<i>Flowchart</i> Proses Pelatihan CNN	32
3.5	Simulasi Perhitungan Metode CNN.....	33
3.5.1	Pembuatan Model Arsitektur CNN	33
3.5.2	Perhitungan Setiap Proses pada CNN	36
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISA.....		44
4.1	Spesifikasi Alat Pendeteksi Keaslian dan Nominal Uang Kertas serta Penukaran Koin	44
4.2	Cara Pengoperasian Alat	45
4.3	Pengujian Sensor dan Aktuator	46
4.4	Pembuatan Model CNN pada Pendeteksi Uang Kertas	51
4.5	Pengujian Tingkat Keberhasilan dan <i>Error</i> pada Alat.....	63
BAB V PENUTUP		73
5.1	Kesimpulan	73
5.2	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN 1.....		76
LAMPIRAN 2.....		98

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1 Struktur CNN untuk Citra	10
Gambar 2.2 Jumlah <i>channel</i> pada gambar RGB.....	12
Gambar 2.3 ReLU	14
Gambar 2.4 Arduino Mega2560	20
Gambar 2.5 Tampilan uang 10.000 sampai 100.000 saat terkena cahaya ultraviolet.....	22
Gambar 2.6 Kamera pada <i>smartphone</i> android	22
Gambar 2.7 Motor Servo	23
Gambar 3.1 Desain dari depan	24
Gambar 3.2 Desain tampak belakang	25
Gambar 3.3 Desain alat tampak belakang.....	25
Gambar 3.4 Diagram blok alat penukaran uang	26
Gambar 3.5 Rangkaian elektronika alat penukar uang	29
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> keseluruhan sistem	30
Gambar 3.7 <i>Flowchart Learning</i> CNN Keaslian dan Nominal uang	31
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> Proses Pelatihan CNN	33
Gambar 3.9 Model arsitektur jaringan CNN.....	34
Gambar 3.10 Arsitektur Jaringan CNN	36
Gambar 3.11 Proses <i>Fully-connected layer</i>	41
Gambar 4.1 Hasil Akhir Alat	45
Gambar 4.2 Kamera tidak mendeteksi adanya uang.....	46
Gambar 4.3 Kamera mendeteksi adanya uang.....	46
Gambar 4.4 Servo mendorong jatuh koin dan kembali	47
Gambar 4.5 Tampilan serial monitor servo 1	47
Gambar 4.6 Servo membuka dan menutup pintu.....	48
Gambar 4.7 Tampilan serial monitor servo 2	48
Gambar 4.8 Servo menjatuhkan uang kertas	49
Gambar 4.9 Tampilan serial monitor servo 3	50
Gambar 4.10 Tampilan LCD alat penukar koin.....	50
Gambar 4.11 Indikator <i>bluetooth</i> telah tersambung dengan android.....	51
Gambar 4.12 Lampu UV menampilkan <i>invisible ink</i> pada uang	51
Gambar 4.13 <i>Dataset</i> citra yang akan di <i>training</i>	52
Gambar 4.14 Arsitektur jaringan CNN	53

Gambar 4.15 Citra <i>Grayscale</i> dari kelas Rp.10.000	55
Gambar 4.16 proses <i>Convolution</i>	55
Gambar 4.17 Hasil dari proses <i>average pooling</i>	56
Gambar 4.18 Proses <i>fully-connected layer</i>	58
Gambar 4.19 Tampilan aplikasi pendeteksi uang	60
Gambar 4.20 <i>Training dataset</i>	60
Gambar 4.21 Proses <i>Testing</i> deteksi uang	62
Gambar 4.22 Serial monitor pembacaan nominal Rp. 5.000,-.....	64
Gambar 4.23 Serial monitor pembacaan nominal Rp. 10.000,-.....	65
Gambar 4.24 Serial monitor pembacaan nominal Rp. 20.000,-.....	66
Gambar 4.25 Serial monitor pembacaan nominal Rp. 50.000,-.....	67
Gambar 4.26 Serial monitor pembacaan nominal Rp. 100.000,-.....	68
Gambar 4.27 Serial monitor pembacaan uang palsu	69
Gambar 4.28 Data set yang sudah selesai di- <i>training</i>	71
Gambar 4.29 Tampilan serial monitor pendeteksian nominal Rp. 5000,- dengan 2000 dataset.	71
Gambar 4.30 Jumlah dataset kelas Rp. 5000,-.....	72

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 1.1 Jadwal Kegiatan.....	6
Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Mega2560.....	20
Tabel 3.1 Fungsi Aktivasi <i>Softmax</i>	41
Tabel 3.2 Nilai Probabilitas	42
Tabel 3.3 Mencari Nilai Loss.....	42
Tabel 4.1 Spesifikasi Komponen Alat Pendeteksi Keaslian dan Nominal Uang Kertas	44
Tabel 4.2 Tahapan ekstraksi fitur	54
Tabel 4.3 Tabel <i>Softmax</i>	58
Tabel 4.4 Tabel Mencari nilai <i>error</i>	59
Tabel 4.5 Tabel hasil uji coba nominal Rp. 5000,-	64
Tabel 4.6 Tabel hasil uji coba nominal Rp. 10.000,-	65
Tabel 4.7 Tabel hasil uji coba nominal Rp. 20.000,-	67
Tabel 4.8 Tabel hasil uji coba nominal Rp. 50.000,-	68
Tabel 4.9 Tabel hasil uji coba nominal Rp. 100.000,-	69
Tabel 4.10 Tabel hasil uji coba Uang palsu	70
Tabel 4.11 Tabel hasil uji coba nominal Rp. 20.000,-	72

DAFTAR ISTILAH

CNN	<i>Convolutional Neural Network</i>
UV	<i>Ultraviolet</i>
LVQ	<i>Learning Vector Quantization</i>
AR	<i>Augmented reality</i>
PCA	<i>Principle Component Analysis</i>
LDA	<i>Linear Discriminant Analysis</i>
RGB	<i>Red Green Blue</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
DC	<i>Direct Current</i>
MLP	<i>Multi Layer Perceptron</i>