

RANCANG BANGUN SISTEM PENGEMBALIAN UANG KERTAS RUPIAH PADA MESIN *VENDING* BERBASIS ARDUINO UNO

Mohammad Alifuddin
moh.alifuddin@gmail.com
STMIK Handayani Makassar

Abstrak

Beberapa mesin *vending* saat ini belum mempunyai sistem pengembalian uang. Tujuan penelitian ini adalah membangun sebuah *prototype* sistem kontrol pengembalian uang kertas rupiah pada mesin *vending* berbasis Arduino Uno. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi nominal dan keaslian uang adalah sensor warna TCS3200. Keaslian dan nominal uang dideteksi berdasarkan warna uang yang dimasukkan pada sistem pembaca uang. Hasil pembacaan warna uang dari sensor TCS3200 kemudian akan di proses menggunakan Arduino Uno. Nominal uang yang dideteksi pada penelitian ini adalah Rp. 20.000, Rp. 10.000, Rp. 5.000, Rp. 2.000 dan Rp. 1.000. Output dari sistem adalah mengontrol mekanik mesin menggunakan motor DC untuk menarik uang kertas rupiah keluar dari mesin. Sistem ini secara otomatis akan bekerja jika nominal uang yang dimasukkan oleh pembeli lebih besar dari harga barang yang di jual pada mesin *vending*.

Kata Kunci: Mesin *vending*, Uang kertas rupiah, sensor TCS3200, Arduino Uno.

Abstract

Some of the vending machines currently did not have refund systems. Purpose of this research is building a control system prototype to refund the banknote IDR money on the vending machines using Arduino Uno. The sensor was used to detect the nominal and authenticity of money is TCS3200. Authenticity and nominal of money are detected based on the money color that entered in the money reader system. The results of money detection from the TCS3200 sensor then process in the Arduino Uno. Nominal of money has detected in this research is IDR. 20,000, IDR. 10,000, IDR. 5,000, IDR. 2,000 and IDR 1,000. The output of this system is controlling the mechanical machine using DC motor to withdraw the banknote IDR money out from the machine. The system will automatically process if the consumer entered the nominal of money is greater than from goods price on the vending machine.

Keywords: Vending machines, IDR banknotes, TCS3200 sensor, Arduino Uno.

1. Pendahuluan

Sistem penjualan minuman dan makanan otomatis menggunakan mesin *vending* telah banyak diaplikasikan, mesin-mesin tersebut banyak ditemukan di bandara-bandara, stasiun kereta, dan tempat umum lainnya. Penggunaan mesin *vending* untuk menjual makanan dan minuman secara otomatis akan memberikan keuntungan bagi para pengusaha karena sistem penjualannya menggunakan teknologi mesin. Mesin *vending* merupakan sebuah mesin otomatis yang dapat melakukan penjualan barang secara otomatis menggunakan teknik pengontrolan. Kehadiran mesin *vending* akan sangat membantu masyarakat dan konsumen pada saat ingin membeli suatu barang tanpa harus dibatasi oleh waktu [1]. Penelitian mengenai mesin *vending* telah diaplikasikan menggunakan mikrokontroler ATmega8535 [2], hasil dari penelitian tersebut adalah sistem dapat melakukan penjualan *softdrink* secara otomatis namun belum mempunyai sistem pengembalian uang rupiah.

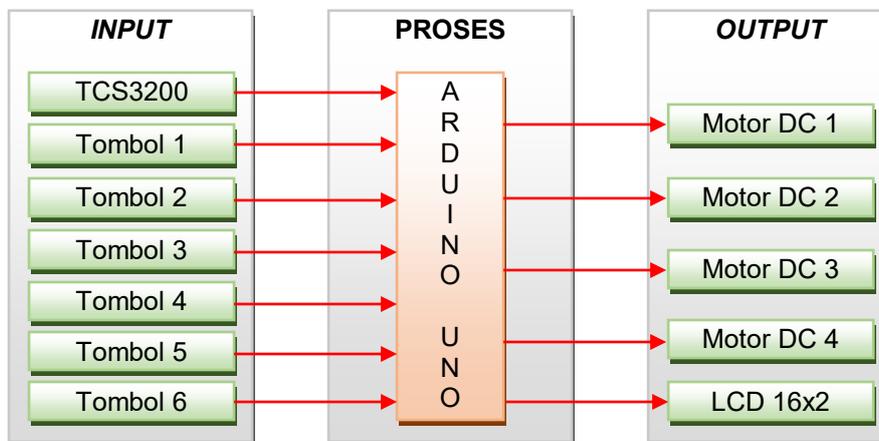
Salah satu permasalahan yang ada pada mesin *vending* di Indonesia saat ini adalah mesin belum mempunyai sistem pengembalian uang jika nominal uang konsumen lebih besar dari harga barang [2][3][4]. Penelitian sistem pengembalian uang pada mesin *vending* telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya namun dalam bentuk simulasi perangkat lunak [3]. Pada penelitian ini peneliti telah merancang desain pengembangan mesin *vending* dengan sistem pengembalian mata uang rupiah [4]. Hasil dari desain tersebut kemudian akan diterapkan pada sebuah rancang bangun sistem pengembalian uang kertas rupiah pada mesin *vending* berbasis Arduino Uno. Peneliti akan membangun sebuah *prototype* mesin *vending* dalam bentuk nyata yang dapat mengembalikan uang berdasarkan input data dari sensor warna TCS3200 dan kontrol Arduino Uno. Nominal uang yang dapat dideteksi pada penelitian ini adalah Rp. 20.000, 10.000, Rp. 5.000, Rp. 2000, dan Rp.1000,

kemudian nominal pengembalian uang adalah Rp. 10.000, Rp. 5.000, Rp. 2000, dan Rp.1000. Peneliti menggunakan nominal uang tersebut karena hampir semua mesin *vending* yang ada di Indonesia bertransaksi menggunakan nominal uang dari Rp.1000 hingga Rp. 20.000.

2. Metode

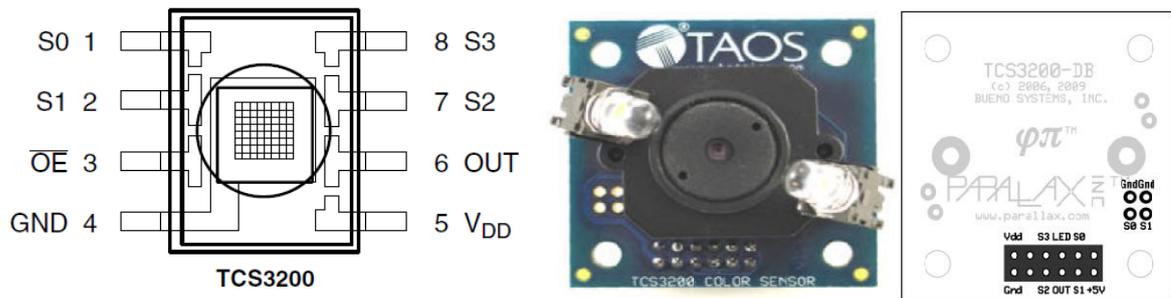
Penelitian ini dibangun berdasarkan dari perancangan mekanik, perancangan perangkat keras, dan perancangan perangkat lunak. Perancangan mekanik meliputi pembuatan mekanik mesin penarik uang kertas, *box* deteksi keaslian dan nominal uang, serta *prototype* mesin *vending*. Adapun sistem mekanik yang digunakan untuk menarik uang kertas rupiah adalah menggunakan teknik mesin penarik kertas printer. Sistem mekanik penarik uang tersebut bekerja berdasarkan kecepatan putaran motor DC yang dikontrol menggunakan Arduino Uno. Pada mesin *prototype* terdapat empat mesin penarik uang kertas rupiah yaitu Rp. 10.000, Rp. 5.000, Rp. 2.000, dan Rp. 1.000. Pada mesin *vending* terdapat *box* yang berisi sensor TCS3200, sinar *ultraviolet* dan cahaya *led* yang berfungsi untuk mendeteksi keaslian dan nominal uang kertas rupiah. *Prototype* mesin *vending* juga mempunyai tombol harga dimana setiap tombolnya mempunyai fungsi untuk menentukan nominal harga barang yang ada pada mesin *vending*.

Pada perancangan perangkat keras dan perangkat lunak terdapat tiga sistem yang saling terhubung yaitu *input*, proses, dan *output*. *Input* pada sistem ini adalah menggunakan sensor warna TCS3200 dan enam buah tombol harga. Adapun media proses untuk mengontrol sistem ini adalah menggunakan Arduino Uno serta outputnya adalah putaran empat buah motor DC untuk menarik kembalian uang kertas rupiah dari mesin *vending*. Berikut adalah gambar arsitektur sistem yang dibangun pada penelitian ini, lihat gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur Sistem

Sensor TCS3200 pada penelitian ini berfungsi untuk mendeteksi keaslian dan nominal uang kertas rupiah. Keaslian uang kertas rupiah dideteksi berdasarkan gambar *invisible image* yang akan muncul pada saat uang kertas rupiah diberi cahaya *ultraviolet* [5], sedangkan nominal uang kertas rupiah dideteksi berdasarkan warna [6] dimana setiap nominal uang kertas rupiah memiliki warna yang berbeda-beda. Pada saat uang dimasukkan kedalam *box* pembaca uang maka sistem pertama akan mendeteksi keaslian uang, jika uang asli maka sistem akan melanjutkan untuk membaca nominal uang kertas rupiah kemudian konsumen dapat melakukan transaksi untuk membeli barang. Berikut adalah gambar dan arsitektur sensor TCS3200, lihat gambar 2.



Gambar 2. Sensor TCS3200 [7][8]

Tombol pada penelitian ini berfungsi untuk menentukan nominal harga barang yang ada pada mesin *vending*, terdapat enam buah tombol harga yang digunakan pada *prototype* ini dimana setiap tombol mempunyai nominal harga yang berbeda-beda. Pada saat sistem telah mendeteksi keaslian dan nominal uang rupiah, konsumen kemudian akan menekan tombol harga barang sesuai dengan jenis barang yang tertera pada mesin *vending*. Setelah tombol ditekan maka Arduino Uno akan memproses untuk membandingkan nilai nominal uang dengan harga barang yang dibeli. Jika nominal uang yang dimasukkan oleh konsumen lebih besar dari harga barang maka Arduino Uno akan memerintahkan motor DC untuk berputar dan menarik uang kertas kembalian sesuai dengan harga barang yang dibeli.

Jenis Arduino Uno yang digunakan pada penelitian ini adalah Arduino Uno Rev3. Arduino merupakan sebuah board yang dilengkapi dengan mikrokontroler ATmega328PU sebagai pusat kontrolnya serta mempunyai enam pin analog *input* dan empat belas pin digital *Input/Output*. Pada penelitian ini enam pin I/O digunakan untuk membaca *input* sensor TCS3200, enam pin untuk membaca *input* tombol, dan empat pin digunakan untuk mengontrol *output* motor DC. Berikut adalah gambar Arduino Uno Rev3 lihat gambar 3.



Gambar 3. Arduino Uno Rev3 [9]

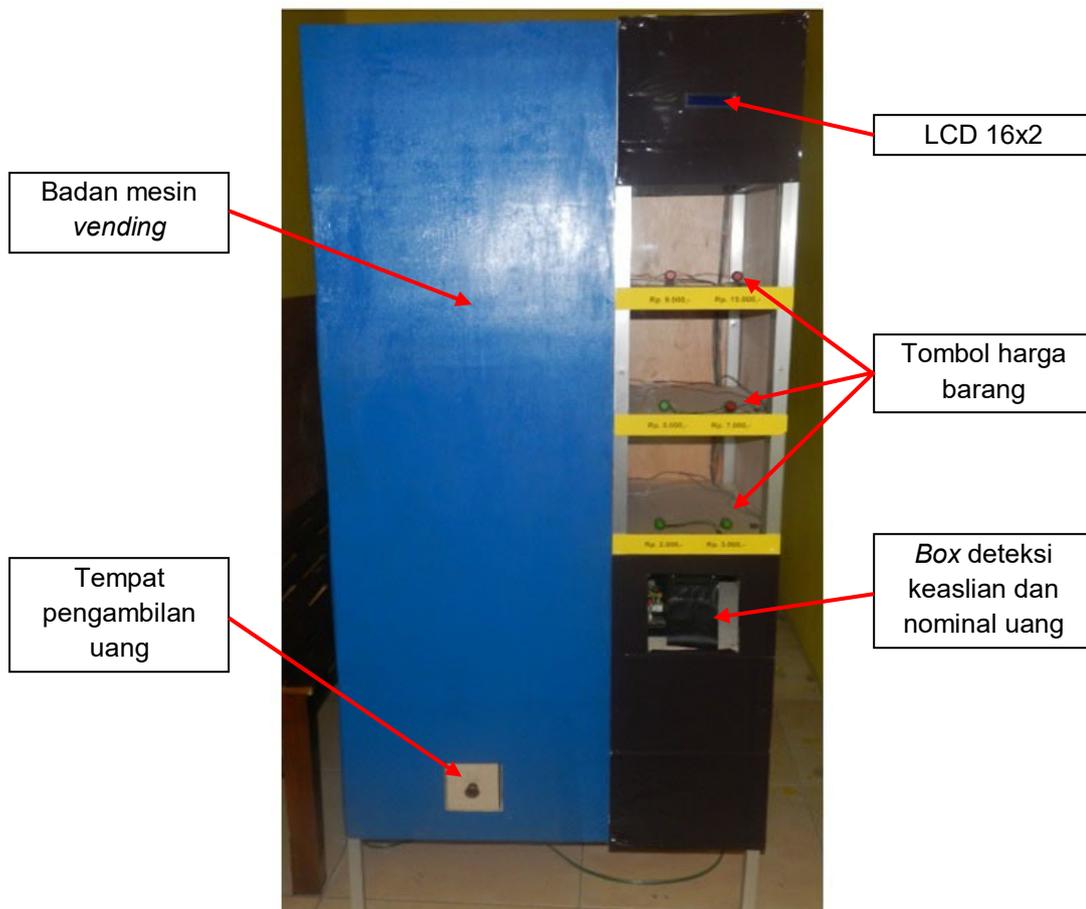
Output pada sistem ini adalah putaran motor DC untuk menggerakkan mekanik mesin penarik uang kertas rupiah. Motor tersebut berputar ketika mendapat perintah dari Arduino Uno menggunakan IC Driver motor L293D. Terdapat empat buah motor DC yang digunakan dan setiap satu motor DC mengontrol satu mesin mekanik penarik uang kertas rupiah. Motor DC akan berputar hingga jumlah nominal uang kembalian keluar dari mesin sesuai dengan perintah Arduino Uno. Adapun perangkat lunak yang digunakan untuk pemrograman Arduino Uno adalah bahasa pemrograman C. Keaslian dan nominal uang kertas rupiah dideteksi menggunakan algoritma fuzzy logic, sedangkan algoritma untuk membaca input nominal harga dan jumlah pengembalian uang adalah menggunakan algoritma greedy.

3. Hasil dan Pembahasan

Rancang bangun sistem pengembalian uang kertas rupiah pada mesin *vending* menggunakan Arduino Uno telah diaplikasikan pada penelitian ini. Hasil penelitian ini adalah mesin *vending* dapat

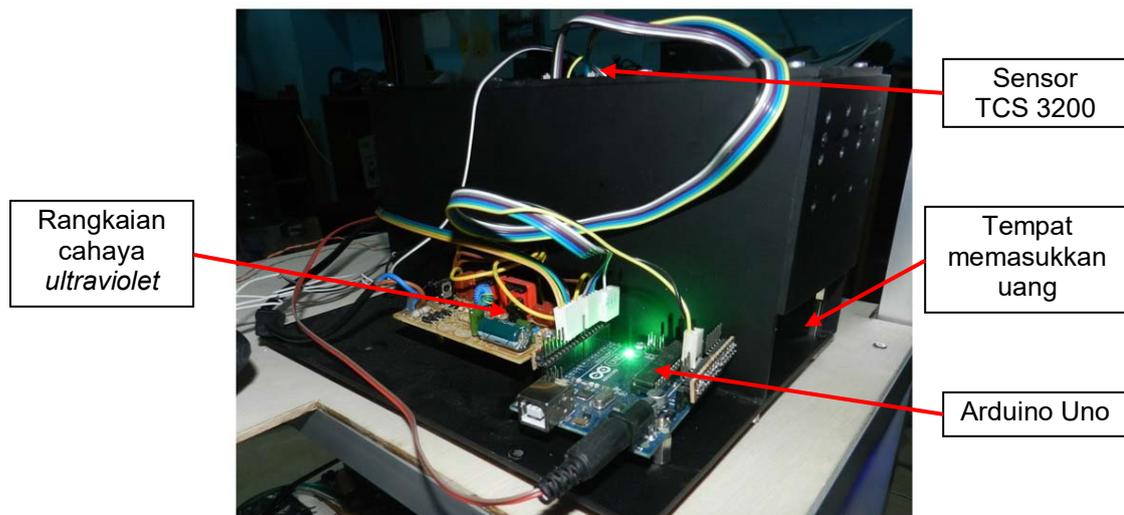
mengembalikan uang jika nominal uang yang digunakan oleh pembeli lebih besar dari harga barang. Mesin *vending* yang telah dibangun berukuran panjang 75 cm, lebar 45 cm dan tinggi 170 cm. Terdapat beberapa bagian yang saling terhubung pada sistem yaitu tombol yang berfungsi untuk memilih jenis barang yang akan dibeli, sensor TCS3200 untuk mendeteksi keaslian dan nominal uang kertas rupiah, cahaya ultraviolet untuk mendeteksi invisible image uang asli, LCD 16x2 untuk menampilkan pesan, Arduino Uno sebagai pusat pengolahan data, motor dc, mesin mekanik printer untuk menarik uang, power supply dan beberapa komponen elektronika lainnya.

Dalam penelitian ini mesin *vending* hanya dirancang untuk dapat mengembalikan uang jika nominal uang lebih besar dari harga barang. Pada saat pembeli memasukkan uang maka sensor TCS3200 akan mendeteksi keaslian dan nominal uang menggunakan algoritma fuzzy logic. Fungsi algoritma fuzzy logic adalah untuk memutuskan nilai ambang RGB (*Red, Green, Blue*) warna uang yang dideteksi oleh sensor TCS3200. Pada saat sensor telah mendeteksi keaslian dan nominal uang kemudian mesin menginstruksikan pembeli untuk menekan tombol jenis barang yang akan dibeli. Jika nominal uang lebih besar dari harga barang, maka mesin akan mengembalikan sisa uang pembeli menggunakan algoritma greedy. Fungsi algoritma greedy adalah untuk memutuskan jumlah nominal uang yang akan dikembalikan kepada konsumen berdasarkan jumlah nominal uang yang dideteksi dengan harga barang yang telah dibeli. Berikut adalah gambar hasil dari rancang bangun mesin *vending* dengan sistem pengembalian uang kertas rupiah, lihat gambar 4.



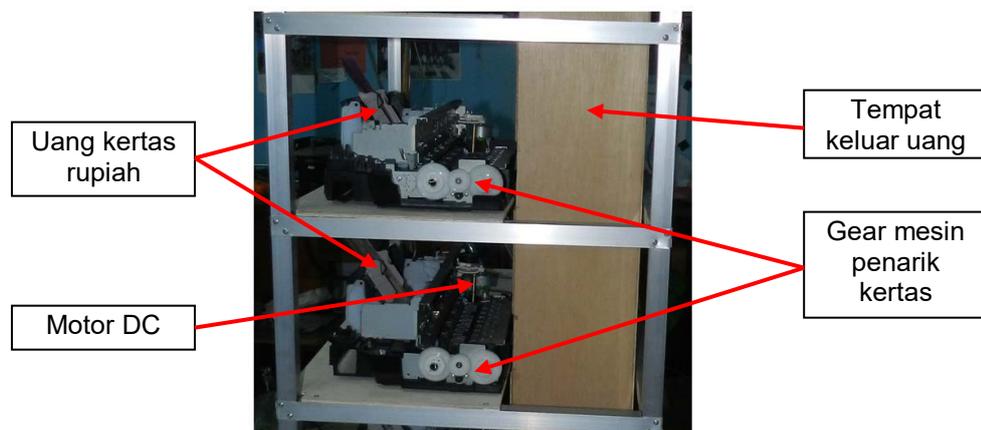
Gambar 4. Hasil perancangan mesin *vending*

Pada mesin *vending* yang telah dirancang terdapat *box* sebagai tempat untuk mendeteksi keaslian dan nominal uang kertas rupiah. Berikut adalah gambar *box* deteksi uang, lihat gambar 5.



Gambar 5. Box deteksi keaslian dan nominal uang kertas rupiah

Mekanik mesin yang digunakan untuk menarik uang kertas rupiah adalah menggunakan prinsip mekanik printer. Mesin penarik uang tersebut dikontrol menggunakan putaran motor DC. Berikut adalah gambar mesin penarik uang kertas rupiah, lihat gambar 6.



Gambar 6. Mekanik mesin penarik uang kertas rupiah

Berdasarkan hasil perancangan prototype mesin *vending* yang telah dibangun, berikut adalah alur proses yang dilakukan untuk mengoperasikan prototype mesin *vending*:

- Masukkan uang kertas rupiah (Rp. 20.000, Rp. 10.000, Rp. 5.000, Rp. 2.000, atau Rp. 1.000.)
- Cahaya ultraviolet menyala kemudian sensor TCS3200 mendeteksi keaslian uang, jika uang asli maka sistem akan melanjutkan mendeteksi nominal uang, jika uang palsu maka sistem berhenti.
- Jika uang asli, sensor TCS3200 akan mendeteksi nominal uang kertas rupiah berdasarkan warna uang.
- Setelah nominal uang dideteksi oleh sistem, tombol pilih barang akan menyala sesuai dengan harga barang.
- Pembeli menekan tombol harga.
- Jika nominal uang yang dimasukkan oleh pembeli lebih besar dari harga barang, maka mesin akan mengembalikan uang pembeli, dan jika uang pas maka sistem akan kembali untuk melanjutkan mendeteksi uang.
- Proses selesai.

Pada proses pembacaan keaslian dan nominal uang, sensor TCS3200 mendeteksi warna dari uang tersebut. Data warna diambil berdasarkan nilai RGB dari warna uang, berikut adalah nilai RGB yang dideteksi berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan.

Tabel 1. Nilai RGB mendeteksi keaslian uang kertas rupiah (uang asli)

Nominal	Perc. ke	RGB	Frekuensi (Khz)			
			Sisi Tokoh		Sisi Gambar	
			Kanan	Kiri	Kiri	Kanan
Rp. 20.000	1	R	1030	1535	1325	1810
		G	1610	2215	1880	2870
		B	1313	1866	2312	2344
	2	R	1000	1505	1305	1800
		G	1600	2205	1890	2890
		B	1343	1896	2312	2354
Rp. 10.000	1	R	1050	1525	1315	1810
		G	1610	2105	1810	2810
		B	1333	1836	2322	2314
	2	R	1010	1515	1315	1810
		G	1620	2225	1820	2820
		B	1333	1836	2332	2334
Nominal	Perc. ke	RGB	Frekuensi (Khz)			
			Sisi Tokoh		Sisi Gambar	
			Kanan	Kiri	Kiri	Kanan
Rp. 5.000	1	R	1010	1515	1315	1810
		G	1620	2225	1820	2820
		B	1333	1836	2332	2334
	2	R	1040	1545	1345	1840
		G	1610	2215	1810	2810
		B	1313	1816	2312	2314
Rp. 2.000	1	R	1000	1505	1305	1800
		G	1600	2205	1890	2890
		B	1343	1896	2312	2354
	2	R	1001	1503	1315	1824
		G	1614	2245	1866	2887
		B	1000	1505	1305	1800
Rp. 1.000	1	R	1040	1545	1345	1840
		G	1610	2215	1810	2810
		B	1313	1816	2312	2314
	2	R	1020	1525	1325	1820
		G	1610	2225	1810	2820
		B	1343	1866	2332	2364

Tabel 2. Nilai RGB deteksi uang palsu (print kertas yang menyerupai uang rupiah)

Nominal	Perc. ke	RGB	Frekuensi (Khz)			
			Sisi Tokoh		Sisi Gambar	
			Kanan	Kiri	Kiri	Kanan
Rp. 20.000	1	R	1543	1776	2032	1865
		G	5383	5734	6785	7034
		B	4965	5543	6735	6674
	2	R	1500	1700	2000	1800
		G	5300	5700	6700	7021
		B	4987	5567	6773	6654
1	R	1520	1710	2020	1830	
	G	5320	5750	6730	7041	

Rp. 10.000	2	B	4937	5557	6733	6654
		R	1535	1734	2022	1823
		G	5311	5734	6754	7076
		B	4926	5565	6732	6637
Rp. 5.000	1	R	1543	1776	2032	1865
		G	5383	5734	6785	7034
		B	4965	5543	6735	6674
		R	1500	1700	2000	1800
Rp. 2.000	2	G	5300	5700	6700	7021
		B	4987	5567	6773	6654
		R	1500	1700	2000	1800
		G	5300	5700	6700	7021
Rp. 1.000	1	B	4987	5567	6773	6654
		R	1512	1757	2054	1832
		G	5326	5773	6774	7034
		B	4965	5553	6764	6683
Rp. 1.000	2	R	1520	1710	2020	1830
		G	5320	5750	6730	7041
		B	4937	5557	6733	6654
		R	1535	1734	2022	1823
Rp. 1.000	2	G	5311	5734	6754	7076
		B	4926	5565	6732	6637

Tabel 3. Nilai RGB mendeteksi nominal uang kertas rupiah (uang asli)

Nominal	Perc. ke	RGB	Frekuensi (Khz)			
			Sisi Tokoh		Sisi Gambar	
			Kanan	Kiri	Kiri	Kanan
Rp. 20.000	1	R	1789	2533	2556	2879
		G	3974	3345	3242	3454
		B	4654	5343	5435	4976
	2	R	1732	2634	2543	2537
		G	9876	8363	9676	8797
		B	4653	5955	5644	4855
	3	R	1956	2745	2965	2367
		G	3486	3855	3536	3454
		B	4634	5363	5433	4975
Rp. 10.000	1	R	3982	3345	2865	3879
		G	10434	11232	10454	10967
		B	4907	5123	5113	4877
	2	R	3985	3325	2825	3859
		G	10454	11267	10442	10943
		B	4933	5195	5142	4644
	3	R	3996	3335	2867	3647
		G	10211	11242	10154	10267
		B	4902	5143	5123	4827
Rp. 5.000	1	R	3467	3965	3758	3352
		G	11987	12132	11323	11434
		B	4654	4547	4865	4654
	2	R	3441	3945	3758	3352
		G	11447	12123	11344	11432
		B	4654	4517	4854	4644
	3	R	3462	3963	3748	3354
		G	11982	12122	11223	11634
		B	4664	4527	4835	4654
		R	3654	3876	3966	3323

Rp. 2.000	1	G	14756	14965	14856	14556
		B	5978	6123	6221	5876
		R	3624	3846	3961	3326
	2	G	14766	14915	14826	14552
		B	5976	6121	6225	5873
		R	3614	3872	3936	3323
	3	G	14716	14961	14836	14534
		B	5971	6223	6421	5776
		R	3543	3455	3865	3745
Rp. 1.000	1	G	12969	13123	12978	12867
		B	4789	4987	5123	5344
		R	3513	3435	3845	3725
	2	G	12949	13125	12935	12817
		B	4784	4933	5123	5344
		R	3543	3455	3865	3375
	3	G	12929	13323	12938	1247
		B	4782	4937	5173	5234

Pada tabel 1 memperlihatkan nilai warna RGB yang dideteksi oleh sensor TCS3200 pada saat sistem mendeteksi keaslian uang kertas rupiah, tabel 2 memperlihatkan nilai warna RGB yang dideteksi pada saat sistem mendeteksi uang palsu, dan tabel 3 memperlihatkan nilai warna RGB yang dideteksi pada saat sistem mendeteksi nominal uang kertas rupiah. Pada uang kertas rupiah terdapat dua sisi yaitu sisi tokoh dan sisi gambar, sisi pada setiap nominal uang kertas rupiah mempunyai nilai warna RGB yang berbeda-beda sehingga dibutuhkan algoritma fuzzy logic untuk memutuskan nilai ambang yang tepat dalam menentukan keaslian dan nominal uang kertas rupiah.

Tabel 4. Daftar kembalian uang berdasarkan harga barang.

Nominal	Harga Barang (Rp.)					
	15.000	11.000	7.000	5.000	3.000	2.000
Rp. 20.000	5.000	11.000	13.000	15.000	17.000	18.000
Rp. 10.000	-	-	3.000	5.000	7.000	8.000
Rp. 5.000	-	-	-	-	2.000	3.000

Tabel 5. Pembacaan nominal uang dari sepuluh percobaan

NOMINAL	Baca Rp.20.000	Baca Rp.10.000	Baca Rp.5.000	Baca Rp.2.000	Baca Rp.1.000	Error
Rp.20.000	10	-	-	-	-	0
Rp.10.000	-	10	-	-	-	0
Rp.5.000	-	-	10	-	-	0
Rp.2.000	-	-	-	10	-	0
Rp.1.000	-	-	-	-	8	2

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa jika nominal uang yang dimasukkan oleh pembeli lebih besar dari harga barang maka mesin akan mengembalikan uang sesuai dengan nominal uang dan harga barang. Algoritma yang digunakan untuk menentukan jumlah pengembalian uang kertas rupiah adalah algoritma greedy. Dalam penelitian ini uji coba pembacaan nominal uang kertas rupiah telah dilakukan, tabel 5 memperlihatkan hasil uji coba pembacaan nominal uang kertas rupiah dengan tingkat error hingga 2 %.

4. Kesimpulan dan Saran

Rancang bangun sistem pengembalian uang kertas rupiah pada mesin *vending* berbasis Arduino Uno telah diaplikasikan pada penelitian ini. Nominal uang yang dideteksi oleh mesin *vending* adalah Rp. 20.000, Rp. 10.000, Rp. 5.000, Rp. 2.000, dan Rp. 1.000, sedangkan nominal pengembalian adalah Rp. 10.000, Rp. 5.000, Rp. 2.000, dan Rp. 1.000. Sistem dapat mendeteksi keaslian dan nominal uang kertas rupiah berdasarkan warna RGB uang menggunakan sensor TCS3200 dan diproses menggunakan algoritma fuzzy logic. Keaslian uang kertas rupiah dideteksi

berdasarkan invisible image yang ditampilkan oleh uang kertas menggunakan cahaya ultraviolet sedangkan nominal uang dideteksi berdasarkan warna uang kertas rupiah. Mesin *vending* yang telah dirancang dapat mengembalikan uang pembeli jika nominal uang lebih besar dari harga barang menggunakan algoritma greedy. Saran untuk penelitian kedepannya adalah pembacaan keaslian dan nominal uang dapat ditingkatkan kecepatannya agar sistem dapat bekerja secara maksimal serta diharapkan kedepannya mesin dapat mengembalikan uang dalam bentuk koin.

Daftar Pustaka

- [1] A. Purnomo, "Perancangan dan Pembuatan Mesin Penjual Makanan Otomatis Menggunakan Relai Cerdas," Karya ilmiah Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2015.
- [2] D. S. Adiputra, Y. Palapa, H. Subagiyo, "Mesin Penjual *Softdrink* Otomatis Berbasis ATmega8535," Jurnal ELEMENTER. vol. 1, no. 2, 2015.
- [3] Alamsyah, I. T. Putri, "Penerapan Algoritma Greedy Pada Mesin Penjual Otomatis (*Vending Machine*)," Scientific Journal of Informatics, vol. 1, no. 2, 2014.
- [4] M. Alifuddin, "Pengembangan Mesin Vending Dengan Sistem Pengembalian Mata Uang Rupiah," Jurnal IT: Media Informasi STMIK Handayani Makassar, vol. 15, 2014.
- [5] A. Jalil, "Pengolahan Citra Mendeteksi Keaslian Uang Kertas Rupiah Menggunakan Raspberry Pi," Jurnal IT STMIK Handayani, vol. 14, pp. 28–40, 2014.
- [6] A. Jalil, "Sistem Kontrol Mesin Penukaran Uang Kertas Rupiah Berbasis Pengolahan Citra dan Raspberry Pi," ILKOM Jurnal Ilmiah Volume 10 Nomor 2, pp. 128 - 135, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.33096/ilkom.v10i2.272.128-135>.
- [7] Texas Advanced Optoelectronic Solutions Inc, "TCS3200, Tcs3210 Programmable Color Light-To-Frequency Converter," Datasheet, TAOS099, 2009.
- [8] A. R. Pratama dan R. Adil, "Desain Mekanik Alat Bantu Identifikasi Susu dan Sari Buah Dengan Menggunakan Sensor Warna TCS 3200," EEPIS Final Project, 2010.
- [9] <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3> [online], diakses tanggal 12 Februari 2019.