

## IMPLEMENTASI METODE JARINGAN SARAF TIRUAN (JST) PADA ALAT DETEKSI NILAI NOMINAL UANG

### (IMPLEMENTATION OF NEURAL NETWORK METHOD IN THE DETECTION TOOLS NOMINAL VALUE OF BANKNOTES)

<sup>1</sup>Indra Gunawan Saputra, <sup>2</sup>Erwin Susanto, <sup>3</sup>Ramadhan Nugraha

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom  
Jalan Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

<sup>1</sup>[indra.gunawan@students.telkomuniversity.ac.id](mailto:indra.gunawan@students.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[erwin.susanto@telkomuniversity.ac.id](mailto:erwin.susanto@telkomuniversity.ac.id),  
<sup>3</sup>[ramadhan.nugraha@telkomuniversity.ac.id](mailto:ramadhan.nugraha@telkomuniversity.ac.id)

#### ABSTRAK

Pada tahun 2010 terdapat sekitar 285 juta orang yang mengalami gangguan penglihatan. Sekitar 51 % kebutaan disebabkan oleh katarak karena proses penuaan, dan 43 % dari gangguan penglihatan disebabkan oleh kelainan refraksi. Upaya-upaya pencegahan kebutaan di Indonesia telah dilaksanakan pada tahun 1967 ketika kebutaan dinyatakan sebagai bencana nasional. Mata uang merupakan suatu alat pembayaran yang digunakan dalam transaksi ekonomi pada setiap negara. Dengan demikian uang menjadi barang pokok setiap orang, termasuk para penyandang tuna netra. Kelemahan mereka dalam melihat merupakan suatu masalah sehingga mereka mengandalkan indera peraba untuk mengetahui nominal uang. Sehingga tidak menutup kemungkinan hal tersebut menyebabkan uang tertukar atau bahkan tertipu pada saat transaksi jual beli. Dalam penelitian ini dirancang sebuah alat bantu pendeteksi nominal uang kertas untuk tunanetra. Alat ini mendeteksi nilai nominal uang melalui perbedaan warna di setiap mata uang kertas. Algoritma Jaringan Saraf Tiruan akan digunakan untuk pengenalan pola warna pada uang kertas. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah alat bantu pendeteksi nominal uang kertas yang dapat digunakan oleh tunanetra. Hal tersebut didukung dengan rata-rata keberhasilan pengujian sebesar 90.00%. Diharapkan dari penelitian ini akan dapat membantu para penyandang tunanetra untuk mengenali nominal uang kertas dengan lebih baik dan akurat.

**Kata Kunci :** Tunanetra, alat bantu, uang kertas, sensor warna, Jaringan Saraf Tiruan

#### ABSTRACT

On 2010 there are approximately 285 million people suffers impaired vision. Approximately 51% of it was caused by aging process and 43% caused by refraction abnormality. Since 1967 Indonesia have made several efforts to prevent blindness when blindness be avowed as national disaster. Banknotes are payment tool used on economical transaction on every country. Given so, banknotes become every person's basic need, including those who suffer impaired vision. Their feebleness in seeing things is a problem in a way that they rely solely on their sense of touch to determine banknote's nominal. That opens a possibility for them to make a mistake in determining banknote's nominal or even misguided on a transaction. This research devise a tool to help those with impaired vision determining banknote's nominal. This device detect banknote's nominal through color difference in every paper money. Sensor used is color sensor devised from LEDs and photodiodes, which output will be modified by microcontroller into information which will be given in form of voices. Artificial Neuro Network was used for banknote's color pattern detection. Result from this research is a device to help the blinds detect banknote's nominal, which supported by successful rate of 90%. From this, researcher hoped to help the blinds to sense banknotes better and accurately.

**Keywords :** Blind, tools, paper money, color sensors, Neural Networks

#### 1. Pendahuluan

Pada tahun 2010 terdapat sekitar 285 juta orang yang mengalami gangguan penglihatan. Sekitar 51 % kebutaan disebabkan oleh katarak karena proses penuaan, dan 43 % dari gangguan

penglihatan disebabkan oleh kelainan refraksi. Upaya-upaya pencegahan kebutaan di Indonesia telah dilaksanakan pada tahun 1967 ketika kebutaan dinyatakan sebagai bencana nasional Sejak 1984. Upaya Kesehatan Mata/Pencegahan Kebutaan sudah diintegrasikan ke dalam kegiatan pokok Puskesmas. Sedangkan program Penanggulangan Kebutaan Katarak Paripurna dimulai sejak 1987 baik melalui Rumah Sakit maupun Balai Kesehatan Mata Masyarakat (BKMM). Namun demikian, hasil survey tahun 1993-1996 menunjukkan bahwa angka kebutaan meningkat dari 1,2% (1982) menjadi 1,5% (1993-1996).<sup>[6]</sup>

Mengacu pada permasalahan di atas, maka perlu dirancang suatu alat bantu sederhana bagi penyandang tuna netra yang menggunakan sensor warna pada sistem sebagai identifikasi nilai nominal uang kertas dengan cara mendeteksi warna uang kertas tersebut. Neural Network atau Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan topik yang menarik dalam dasa warsa terakhir. Hal ini disebabkan karna kemampuan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) untuk meniru sifat sistem yang di-input. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi (siang, 2005). Beberapa aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST) diantaranya adalah pengolahan citra (image processing), pengenalan pola (pattern recognition), ilmu kedokteran (medicine), dan pengenalan suara (speech recognition).

Jaringan syaraf tiruan terdiri dari beberapa neuron dan ada hubungan antar neuron- neuron seperti pada otak manusia. Neuron/sel saraf adalah sebuah unit pemroses informasi yang merupakan dasar operasi jaringan syaraf tiruan. Jaringan syaraf tiruan terdiri atas beberapa elemen penghitung tak linier yang masing-masing dihubungkan melalui suatu pembobot dan tersusun secara paralel. Pembobot inilah yang nantinya akan berubah (beradaptasi) selama proses pelatihan. Tugas akhir ini akan menggunakan salah satu implementasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST) untuk mendeteksi nominal uang kertas rupiah. Pengimplementasian ini menggunakan sensor Photodiode yang akan mengirimkan nilai ADC photodiode dari cahaya yang menembus uang dari LED ke mikrokontroler kemudian menyesuaikan dengan database pada sistem. Sehingga nantinya akan menghasilkan suara sesuai dengan inputan uang pada prototype yang akan diimplementasikan pada tugas akhir ini.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi. JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi, dengan asumsi bahwa:

1. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (*neuron*).
2. Sinyal dikirimkan diantara *neuron-neuron* melalui penghubung-penghubung.
3. Penghubung antar *neuron* memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal.
4. Untuk menentukan *output*, setiap *neuron* menggunakan fungsi aktivasi (biasanya bukan fungsi linier) yang dikenakan pada jumlahan *input* yang diterima. Besarnya *output* ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang.

Jaringan syaraf tiruan ditentukan oleh 3 hal (Siang, 2004) :

1. Pola hubungan antar neuron (disebut arsitektur jaringan).
2. Metode untuk menentukan bobot penghubung (disebut metode training/learning).
3. Fungsi aktivasi, yaitu fungsi yang digunakan untuk menentukan keluaran suatu neuron.

### 2.2 Photodiode

Sensor photodiode merupakan diode yang peka terhadap cahaya, sensor photodiode akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik secara forward sebagaimana diode pada umumnya. Sensor photodiode adalah salah satu jenis sensor peka cahaya (photodetector). Jenis sensor peka cahaya lain yang sering digunakan adalah phototransistor. Photodiode akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Arus ini umumnya teratur terhadap power density ( $D_p$ ). Perbandingan antara arus keluaran dengan power density disebut sebagai current responsivity.<sup>[2]</sup> Arus yang dimaksud adalah arus bocor ketika photodiode tersebut disinari dan dalam keadaan dipanjar mundur.

### 2.3 Arduino

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel.

Arduino Mega adalah board mikrokontroler berbasis Atmega328P. Mempunyai 14 pin I/O digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 masukan analog, osilator kristal 16MHz,

koneksi USB, jack catu daya, header ICSP, dan tombol reset. Secara umum, Arduino Mega adalah rangkaian sistem minimum Atmega328P yang sudah dimodifikasi bersama dengan downloader dan memiliki compiler C yang sudah terintegrasi dengan berbagai macam library.

## 2.4 LED

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada Remote Control TV ataupun Remote Control perangkat elektronik lainnya.

Bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika. Berbeda dengan Lampu Pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya. Oleh karena itu, saat ini LED (Light Emitting Diode) yang bentuknya kecil telah banyak digunakan sebagai lampu penerang dalam LCD TV yang mengganti lampu tube.

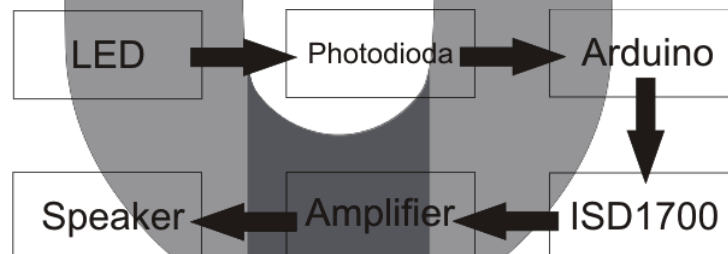
## 2.3 ISD1700

ISD1700 Series Voice Record and Playback Module adalah sebuah modul berbasis ISD1700 yang dapat difungsikan untuk merekam dan memainkan suara dengan penggunaan yang sangat mudah dengan kemampuan penyimpanan suara dari 60 sampai 75 detik. Modul ini sudah berisi komponen-komponen yang diperlukan untuk dapat mengoperasikan IC ISD1700 dan tombol, sehingga siap untuk digunakan sebagai piranti perekam atau pemain suara dengan hanya penambahan loudspeaker dan supply tegangan saja. Module ini dapat dioperasikan langsung melalui tombol-tombol yang sudah tersedia pada modul dan juga dapat menggunakan interface SPI. Tegangan Supply dari modul ini adalah 5V DC.

## 3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem alat pendeteksi nominal uang terdiri dari beberapa blok sistem yang diintegrasikan menjadi satu sistem utuh. Pembagian blok sistem dibagi menjadi 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 yang akan menyebutkan nilai nominal uang yang dimasukkan.



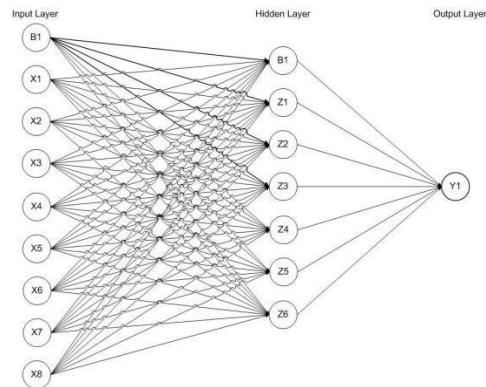
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

### 3.1 Perancangan Sistem Pengenalan

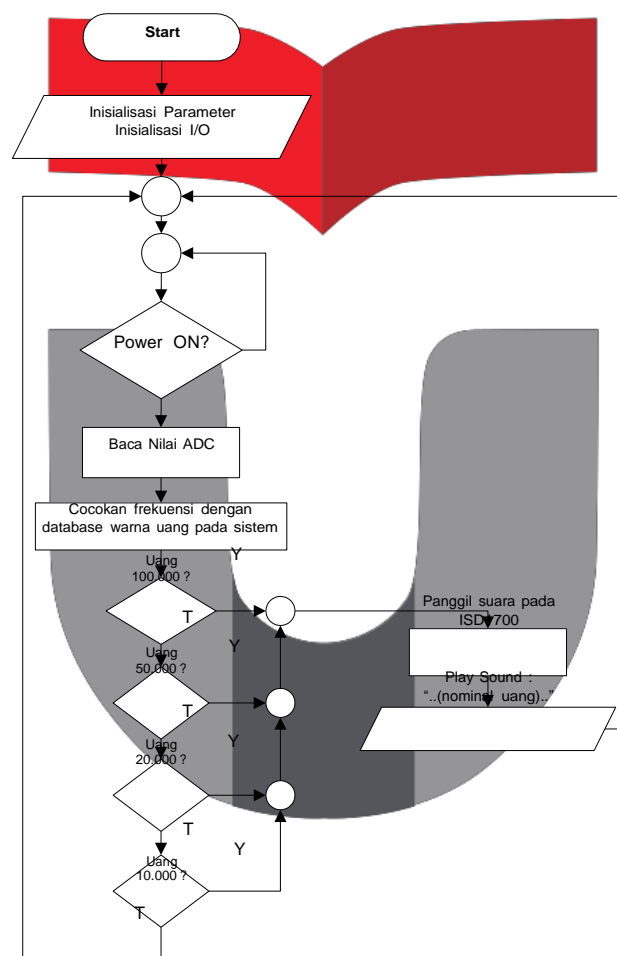
Sistem minimum merupakan rangkaian paling sederhana yang digunakan untuk mendukung kerja mikrokontroler. Komponen-komponen pendukung adalah rangkaian reset, kristal (*clock*), rangkaian catu daya 5 V DC, *In-System Programmer*, dan mikrokontroler.

Pada perancangan sistem minimum menggunakan mikrokontroler adalah Arduino Mega. Dari sistem minimum, pin I/o yang digunakan pada alat ini adalah 11 pin, diantaranya adalah 8 pin (A0-A7) sebagai masukan dari photodiode, 3 pin (40,44,dan48) sebagai output ke ISD1700.

ISD1700 kemudian diberi rekaman suara untuk nominal Rp10.000, Rp20.000, Rp50.000, Rp100.000 sebagai database awal dari ISD1700 dalam memberi output suara. Pada sistem minimum diberi program berbasis Jaringan Saraf Tiruan untuk mengenali nominal uang. Untuk arsitektur JST yang akan diimplementasikan dapat dilihat dalam arsitektur berikut :



**Gambar 3.1** Arsitektur JST dan *Flowchart* sistem



**Gambar 3.2** *Flowchart* sistem

#### 4. Pengujian

Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan dengan mengamati akurasi data latih dan data validasi pada akhir proses pembelajaran, akurasi pengujian terhadap data uji yang akan dilakukan dengan 5 tahap, yaitu :

1. Pengujian Rp. 10.000 sebanyak 10 kali
2. Pengujian Rp. 20.000 sebanyak 10 kali
3. Pengujian Rp. 50.000 sebanyak 10 kali
4. Pengujian Rp. 100.000 sebanyak 10 kali

5. Pengujian kombinasi Rp. 10.000, Rp. 20.000, Rp.50.000, dan Rp. 100.000 sebanyak 20 kali

Alat Uji :

- Seperangkat alat pendeteksi nominal uang
- Sejumlah nominal uang

Cara Pengujian :

Pengujian dilakukan dengan mengunggah program ke dalam Arduino Mega. Kemudian beberapa nominal uang akan diletakkan ke dalam alat pendeteksi nominal uang untuk mendeteksi nilai ADC dari uang tersebut. Data keluaran nilai ADC diolah menggunakan Arduino Mega untuk mengecek kebenaran pembacaan alat dengan uang sebenarnya. Hasil dari pengujian tiap masing-masing tahap ditunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Rp. 10.000

No Nominal Uang	Nilai Perhitungan JST	Kelas Keluaran
1 Rp. 10.000	0.3771272182	Rp. 10.000
2 Rp. 10.000	0.3775236606	Rp. 20.000
3 Rp. 10.000	0.3767987489	Rp. 10.000
4 Rp. 10.000	0.3771381378	Rp. 10.000
5 Rp. 10.000	0.3767900466	Rp. 10.000
6 Rp. 10.000	0.3769139051	Rp. 10.000
7 Rp. 10.000	0.3768998146	Rp. 10.000
8 Rp. 10.000	0.3782097816	Rp. 20.000
9 Rp. 10.000	0.3765182733	Rp.100.000
10 Rp. 10.000	0.3770869255	Rp. 10.000

Dari hasil 10 kali pengujian alat menggunakan uang Rp. 10.000, didapatkan kesimpulan bahwa uang Rp. 10.000 memiliki ketepatan pembacaan data sebesar 70% dari 7 kali benar dan 3 kali salah.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Rp. 20.000

No Nominal Uang	Nilai Y	Kelas Keluaran
1 Rp. 20.000	0.3777794599	Rp. 20.000
2 Rp. 20.000	0.3777953147	Rp. 20.000
3 Rp. 20.000	0.3784669637	Rp. 20.000
4 Rp. 20.000	0.3780546426	Rp. 20.000
5 Rp. 20.000	0.3777183532	Rp. 20.000
6 Rp. 20.000	0.3773647785	Rp. 10.000
7 Rp. 20.000	0.3776717185	Rp. 20.000
8 Rp. 20.000	0.3774749755	Rp. 20.000
9 Rp. 20.000	0.3780826568	Rp. 20.000
10 Rp. 20.000	0.3782621383	Rp. 20.000

Dari hasil 10 kali pengujian alat menggunakan uang Rp. 20.000, didapatkan kesimpulan bahwa uang Rp. 20.000 memiliki ketepatan pembacaan data sebesar 90% dari 9 kali benar dan 1 kali salah.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Rp. 50.000

No Nominal Uang	Nilai Y	Kelas Keluaran
1 Rp. 50.000	0.3790612220	Rp. 50.000
2 Rp. 50.000	0.3793159961	Rp. 50.000
3 Rp. 50.000	0.3800942897	Rp. 50.000
4 Rp. 50.000	0.3784293889	Rp. 20.000
5 Rp. 50.000	0.3791664123	Rp. 50.000
6 Rp. 50.000	0.3790215492	Rp. 50.000
7 Rp. 50.000	0.3793308734	Rp. 50.000
8 Rp. 50.000	0.3785535812	Rp. 50.000
9 Rp. 50.000	0.3800203800	Rp. 50.000
10 Rp. 50.000	0.3792942523	Rp. 50.000

Dari hasil 10 kali pengujian alat menggunakan uang Rp. 50.000, didapatkan kesimpulan bahwa uang Rp. 50.000 memiliki ketepatan pembacaan data sebesar 90% dari 9 kali benar dan 1 kali salah. Tabel 4.5 Hasil Pengujian Rp. 100.000

No	Nominal Uang	Nilai Y	Kelas Keluaran
1	Rp. 100.000	0.3754794120	Rp. 100.000
2	Rp. 100.000	0.3751832485	Rp. 100.000
3	Rp. 100.000	0.3753385305	Rp. 100.000
4	Rp. 100.000	0.3750816822	Rp. 100.000
5	Rp. 100.000	0.3754827737	Rp. 100.000
6	Rp. 100.000	0.3753539323	Rp. 100.000
7	Rp. 100.000	0.3750434875	Rp. 100.000
8	Rp. 100.000	0.3764183998	Rp. 100.000
9	Rp. 100.000	0.3760303974	Rp. 100.000
10	Rp. 100.000	0.3749103546	Rp. 100.000

Dari hasil 10 kali pengujian alat menggunakan uang Rp. 100.000, didapatkan kesimpulan bahwa uang Rp. 100.000 memiliki ketepatan pembacaan data sebesar 100% dari 10 kali benar dan 0 kali salah.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kombinasi Rp. 10.000, Rp. 20.000, Rp. 50.000, dan Rp. 100.000 Sebanyak 20 kali

Kelas Keluaran	Rp. 10.000	Rp. 20.000	Rp. 50.000	Rp. 100.000
Percobaan				
Rp. 10.000	4	1	0	0
Rp. 20.000	0	5	0	0
Rp. 50.000	0	1	4	0
Rp. 100.000	0	0	0	5

Dari hasil 20 kali pengujian alat menggunakan uang Rp. 10.000, Rp. 20.000, Rp. 50.000, dan Rp. 100.000 didapatkan kesimpulan bahwa alat tersebut memiliki tingkat ketepatan sebagai berikut :

Rp. 10.000 = 20%  
 Rp. 20.000 = 25%  
 Rp. 50.000 = 20%  
 Rp. 100.000 = 25%

Dengan demikian alat ini memiliki tingkat akurasi sebesar 90.00%

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada perancangan alat bantu pendeteksi nilai uang, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan hasil percobaan pembelajaran dan pengujian, alat pendeteksi nominal uang dapat mendeteksi nominal uang dengan cukup baik dan menyebutkan nama mata uang dengan baik.
2. Penggunaan LED dan photodiode sebagai sensor warna dan penggunaan Jaringan Saraf Tiruan sebagai algoritma penalaran menunjukkan hasil yang mumpuni dengan persentase keberhasilan sebesar 93.70%.
3. Penggunaan Jaringan Saraf Tiruan merupakan pilihan yang tepat untuk mendeteksi nominal mata uang.
4. Kondisi uang sangat mempengaruhi pembacaan nilai ADC pada photodiode  
 Sedangkan untuk pengembangan selanjutnya untuk optimasi alat pendeteksi mata uang dan penyempurnaan sistem pendeteksian dapat dilakukan dengan cara :
  1. Penggunaan sensor warna TCS 3200
  2. Jumlah pembacaan nominal uang yang lebih banyak agar dapat lebih membantu penderita tuna netra
  3. Dapat membaca beberapa lembar uang sekaligus
  4. Dapat membedakan uang palsu dan uang asli
  5. Dimensi alat lebih kecil sehingga lebih flexible
6. **Daftar Pustaka**

- [1.] Agustin, Maria. 2012. Penggunaan Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* untuk seleksi penerimaan mahasiswa baru pada jurusan teknik computer di Politeknik Negri Sriwijaya. Universitas Diponegoro Semarang
- [2.] Priyoprahasto, Leonardus. 2015. *Design and Implementation of Collision Avoidance for Automated Guided Vehicle (AGV) Using Ultrasonic Sensors with Fuzzy Logic Methods*. Telkom University
- [3.] [www.arduino.cc/Arduino-Mega](http://www.arduino.cc/Arduino-Mega) diakses pada 20 November 2015
- [4.] <https://splashtronic.wordpress.com/tag/isd1700/> diakses pada 22 November 2015.
- [5.] [http://www.iseerobot.com/img/foto\\_produk/22496-705.jpg/](http://www.iseerobot.com/img/foto_produk/22496-705.jpg/). Diakses pada 23 Juni 2015.
- [6.] [www.depkes.go.id](http://www.depkes.go.id). Diakses pada 23 Juni 2015.
- [7.] <http://www.robotshop.com/media/files/images2/rb-ard-33-1.jpg>. Diakses pada 23 Juni 2015.

