

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**IMPLEMENTASI JARINGAN SYARAF TIRUAN PADA**

**PENDETEKSI KEASLIAN DAN NOMINAL UANG**

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata  
Satu (S1)



Disusun Oleh:

Nama : Linda Sekar Rini

N.I.M : 41418320049

Pembimbing : Oki Teguh Karya, S.Pd, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2020**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : Linda Sekar Rini  
NIM : 41418320049  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Pada Pendeteksi  
Keaslian Dan Nominal Uang

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jakarta, 17 Maret 2020



Linda Sekar Rini

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**IMPLEMENTASI JARINGAN SYARAF TIRUAN PADA**  
**PENDETEKSI KEASLIAN DAN NOMINAL UANG**



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Disusun Oleh:

Nama : Linda Sekar Rini  
N.I.M : 41418320049  
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

(Oki Teguh Kanya, S.Pd., M.T.)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Setiyo Budiyanoto, S.T., M.T.)

Koordinator Tugas Akhir

(Ketty Siti Salamah, S.T., M.T.)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Pada Pendeteksi Keaslian Dan Nominal Uang”**. Penyusunan tugas akhir ini guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Selama proses pengerjaan tugas akhir, melibatkan berbagai pihak yang membantu penulis baik langsung maupun tidak langsung berupa motivasi. Maka dari itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungannya kepada penulis baik motivasi dan materil.
2. Bapak Dr.Setiyo budyanto, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro di Universitas Mercu Buana.
3. Ibu Ketty Siti Salamah, S.T., M.T selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Elektro Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Oki Teguh Karya, S.Pd., M.T selaku Dosen Pembimbing tugas akhir saya di Universitas Mercu Buana, yang telah membimbing, dan memberikan saran untuk penulis sehingga laporan dapat diselesaikan.
5. Seluruh dosen Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis untuk menunjang penyelesaian tugas akhir ini.
6. Virna Uli Samosir dan Farras Timorremboko selaku teman satu bimbingan yang telah membantu selama proses penyusunan tugas akhir.
7. Elfira Budi Lestari, Leonardus Kevin yang selalu memberikan motivasi, semangat, serta masukan-masukan yang membangun untuk tugas akhir ini.
8. Seluruh teman seperjuangan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang saling memberikan motivasi dan saran-saran dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas segala kekurangan

tersebut dan memohon saran serta kritik yang membangun. Semoga tugas akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi banyak pihak terutama pembacanya.

Jakarta, 31 Juli 2020

Linda Sekar Rini

## ABSTRAK

Uang merupakan alat yang digunakan untuk melakukan transaksi jual beli dan sudah digunakan oleh manusia diseluruh penjuru dunia. Uang menjadi benda yang sangat berharga bagi banyak orang untuk kehidupan sehari-hari. Hal-hal ini yang membuat uang banyak dipalsukan oleh orang yang tidak bertanggung jawab untuk melakukan transaksi terutama pemalsuan uang kertas. Pemalsuan uang kertas di Indonesia pada tahun 2019 sebesar 8 lembar per 1 juta uang yang beredar. *Vending machine* merupakan sebuah mesin yang berfungsi untuk menjual barang secara otomatis dengan cara memasukkan uang koin atau uang kertas sesuai dengan harga barang yang tertera. Namun pada pendeteksian nominal uang dan keaslian uang ini terbatas hanya pada kondisi uang yang baik, tidak terlipat dan berkerut. Apabila kondisi uang kurang baik, maka uang konsumen akan ditolak.

Penelitian ini dilakukan untuk mengimplementasikan Jaringan Syaraf tiruan dengan mencari model terbaik dengan menggunakan metode *backpropagation* dengan fungsi aktivasi *sigmoid* untuk mendeteksi keaslian dan nominal uang kertas. Penelitian dilakukan dengan mengambil data nilai RGB dari masing-masing nominal uang dengan menggunakan sensor warna TCS3200. Penelitian dilakukan untuk menghasilkan model terbaik yang akan diverifikasi keandalannya dan keakuratannya dalam mengenal pola warna uang kertas baik asli maupun palsu.

Hasil dari penelitian yang telah didapatkan model terbaik menggunakan 5 hidden layer dengan node 75, 38, 19, 10, dan 5. Memiliki tingkat prediksi sebesar 46,8% dengan jumlah data benar sebanyak 281 data dari jumlah keseluruhan data sebanyak 600 data. Nilai *error* prediksi yang dapat dikatakan besar. Dikatakan besar karena nilai kesalahan prediksi yang didapatkan dari data diatas terdapat sebanyak 319 data yang berbeda antara data *output* sebenarnya dengan *output* prediksi. Sekitar 53.17% tingkat kesalahan prediksi. Namun hasil prediksi diatas merupakan hasil prediksi terbaik dari model terbaik dibandingkan dengan model lainnya.

**Kata Kunci:** Pemalsuan Uang Kertas, *vending machine*, sensor warna TCS3200, Jaringan Syaraf Tiruan, *backpropagation*

## **ABSTRACT**

Money is a tool used to make buy and sell transactions already used by people around the world. Money becomes a very valuable object for many people for everyday life. These things that make a lot of money are forged by people who are not responsible for conducting transactions, especially counterfeit banknotes. Indonesian banknote in Indonesia in 2019 amounted to 8 pieces per 1 million money in circulation. A vending machine is a machine that serves to sell goods automatically by inserting money coins or paper money according to the price of the goods listed. But at the nominal detection of money and the authenticity of this money is limited only to the good condition of money, not folded and lined. If the money condition is not good, then the consumer money will be rejected.

This research was conducted to implement the artificial neural network by finding the best model using the backpropagation method with a sigmoid activation function to detect the authenticity and nominal paper money. Research is done by taking the RGB value data from each nominal money by using the TCS3200 color sensor. Research is done to produce the best model to be verified the reliability and accuracy in recognizing the color pattern of paper money either genuine or fake.

The results of the research that has gained the best model using 5 hidden layers with nodes 75, 38, 19, 10, and 5. It has a prediction rate of 46.8% with the correct amount of data of 281 data from the total data amount of 600 data. The predicted error value is great. It is said to be large because the value of error prediction obtained from above data there are 319 different data between actual data output with prediction output. About 53.17% of the prediction error rate. But the above prediction result is the best prediction of the best model compared to other models.

*Keywords: Paper money, counterfeiting, vending machines, TCS3200 color sensors, Artificial Neural Networks, backpropagation*

## DAFTAR ISI

|                                                           |          |
|-----------------------------------------------------------|----------|
| HALAMAN JUDUL .....                                       | i        |
| HALAMAN PERNYATAAN.....                                   | ii       |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                   | iii      |
| KATA PENGANTAR.....                                       | iv       |
| ABSTRAK .....                                             | vi       |
| ABSTRACT .....                                            | vii      |
| DAFTAR ISI.....                                           | viii     |
| DAFTAR GAMBAR.....                                        | xi       |
| DAFTAR TABEL .....                                        | xiii     |
| <b>BAB I.....</b>                                         | <b>1</b> |
| 1.1    Latar Belakang .....                               | 1        |
| 1.2    Rumusan Masalah .....                              | 3        |
| 1.3    Tujuan.....                                        | 3        |
| 1.4    Batasan Masalah.....                               | 3        |
| 1.5    Metodologi Penelitian .....                        | 4        |
| 1.5.1    Studi Literatur .....                            | 4        |
| 1.5.2    Perancangan Alat Bantu.....                      | 4        |
| 1.5.3    Pengambilan Data dan <i>Training</i> Sistem..... | 4        |
| 1.5.4    Analisa Hasil Akhir.....                         | 5        |
| 1.6    Sistematika Penulisan.....                         | 5        |
| <b>BAB II .....</b>                                       | <b>7</b> |
| 2.1    Jaringan Syaraf Tiruan .....                       | 7        |
| 2.1.1    Fungsi Aktivasi .....                            | 7        |
| 2.1.2    Metode Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan .....    | 8        |



|                |                                                             |           |
|----------------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.1.3          | <i>Backpropagation</i> .....                                | 9         |
| 2.1.4          | Arsitektur Backpropagation .....                            | 10        |
| 2.2            | Python.....                                                 | 11        |
| 2.3            | Uang .....                                                  | 12        |
| 2.4            | Sensor Warna .....                                          | 14        |
| 2.5            | Lampu Hitam Ultraviolet .....                               | 16        |
| 2.6            | Penelitian Sebelumnya .....                                 | 17        |
| <b>BAB III</b> | .....                                                       | <b>20</b> |
| 3.1            | Metodologi Penelitian .....                                 | 20        |
| 3.2            | Alat dan Bahan Penelitian .....                             | 22        |
| 3.3            | Perancangan Alat Bantu .....                                | 23        |
| 3.3.1          | Perancangan <i>Hardware</i> Alat Bantu .....                | 23        |
| 3.3.2          | Perancangan <i>Software</i> Alat Bantu.....                 | 24        |
| 3.4            | Tahap Pengumpulan Data.....                                 | 29        |
| 3.5            | Tahap Training Data.....                                    | 30        |
| 3.6            | Tahap <i>Testing</i> Model Terbaik .....                    | 34        |
| <b>BAB IV</b>  | .....                                                       | <b>36</b> |
| 4.1            | Hasil Perancangan Alat Bantu dan Pengambilan Data RGB ..... | 36        |
| 4.2            | Persiapan <i>Dataset</i> .....                              | 38        |
| 4.3            | Hasil Training Dataset .....                                | 41        |
| 4.4            | Hasil <i>Dataset Testing</i> Model .....                    | 54        |
| 4.5            | Hasil <i>Dataset Testing</i> Model Pernominal Uang.....     | 62        |
| 4.6            | Arsitektur Model Jaringan Syaraf Tiruan Terbaik .....       | 64        |
| <b>BAB V</b>   | .....                                                       | <b>66</b> |
| 5.1            | Kesimpulan.....                                             | 66        |

|                            |            |           |
|----------------------------|------------|-----------|
| 5.2                        | Saran..... | 66        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b> |            | <b>68</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1. Fungsi Sigmoid Biner .....                                                       | 8  |
| Gambar 2.2. Arsitektur <i>Backpropagation</i> .....                                          | 10 |
| Gambar 2.3. Tampilan Aplikasi untuk Pemrograman Bahasa Python .....                          | 11 |
| Gambar 2.4. Uang Kertas Rupiah .....                                                         | 13 |
| Gambar 2.5. Sensor warna TCS3200.....                                                        | 15 |
| Gambar 2.6. Lampu Hitam Ultraviolet .....                                                    | 16 |
| Gambar 3.1. Blok Diagram Penelitian .....                                                    | 20 |
| Gambar 3.2. Blok Diagram Alur Kerja.....                                                     | 21 |
| Gambar 3.3. <i>Flowchart</i> Keseluruhan Sistem .....                                        | 21 |
| Gambar 3.4. Ornamen Unik Uang Kertas Dibawah Sinar UV .....                                  | 23 |
| Gambar 3.5. Skema Perancangan Alat Bantu .....                                               | 24 |
| Gambar 3.6. Pemrograman Inisialisasi Pin.....                                                | 24 |
| Gambar 3.7. Program <i>Void Setup</i> Arduino .....                                          | 25 |
| Gambar 3.8. Program Pembacaan Data Sensor dan Penampilan pada <i>Serial Monitor</i><br>..... | 26 |
| Gambar 3.9. Uang Palsu yang Digunakan .....                                                  | 30 |
| Gambar 3.10. <i>Flowchart</i> Training Data.....                                             | 31 |
| Gambar 3.11. Program Meng- <i>input</i> -kan <i>Dataset</i> .....                            | 32 |
| Gambar 3.12. Program Normalisasi <i>Dataset</i> dan Menampilkannya .....                     | 33 |
| Gambar 3.13. Program Inisialisasi Variabel untuk Membuat Model JST .....                     | 34 |
| Gambar 3.14. Program <i>Training</i> dan Menampilkan Grafik <i>Error</i> .....               | 34 |
| Gambar 3.15. Program Prediksi dan Menampilkan Jumlah Data Benar dan Data<br>Salah.....       | 35 |
| Gambar 4.1. Alat Bantu Pengumpulan Nilai RGB .....                                           | 36 |
| Gambar 4.2. Proses Pengambilan Data RGB Menggunakan Alat Bantu .....                         | 37 |
| Gambar 4.3. <i>Dataset</i> Keseluruhan .....                                                 | 38 |
| Gambar 4.4. Pengacakan <i>Dataste</i> Keseluruhan .....                                      | 39 |
| Gambar 4.5. <i>Dataset Training</i> .....                                                    | 39 |
| Gambar 4.6. <i>Dataset Testing Model</i> .....                                               | 40 |
| Gambar 4.7. Data Normalisasi <i>Input</i> dan <i>Output Dataset Training</i> .....           | 40 |

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.8. Data Normalisasi <i>Input</i> dan <i>Output Dataset Testing</i> ..... | 41 |
| Gambar 4.9. Arsitektur Model Jaringan Syaraf Tiruan Terbaik .....                 | 64 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1. Tabel Pengaturan Frekuensi dan Filter .....                                 | 14 |
| Tabel 2.2. Tabel Interkoneksi Pin TCS3200 dengan Mikrokontroler.....                   | 15 |
| Tabel 2.3. Matrik Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya .....                         | 19 |
| Tabel 3.1. Bahan Penelitian .....                                                      | 22 |
| Tabel 4.1. Kode dan Keterangan Nominal Uang .....                                      | 38 |
| Tabel 4.2. Hasil <i>Error Training</i> dan <i>Error Validasi</i> Dari Model JST .....  | 42 |
| Tabel 4.3. Karakteristik Hasil <i>Training</i> .....                                   | 44 |
| Tabel 4.4. Data Perbandingan <i>Output</i> Sebenarnya dan <i>Output</i> Prediksi ..... | 55 |
| Tabel 4.5. Hasil Prediksi dari <i>Testing</i> Model Pernominal Uang.....               | 63 |