

**STUDI KOMPARASI FUNGSI AKTIVASI SIGMOID BINER, SIGMOID
BIPOLAR DAN LINEAR PADA JARINGAN SARAF TIRUAN DALAM
MENENTUKAN WARNA RGB MENGGUNAKAN MATLAB**

(Skripsi)

Oleh

IKHWAN PAMUNGKAS

1515031068



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2022

ABSTRAK

STUDI KOMPARASI FUNGSI AKTIVASI SIGMOID BINER, SIGMOID BIPOLAR DAN LINEAR PADA JARINGAN SARAF TIRUAN DALAM MENENTUKAN WARNA RGB MENGGUNAKAN MATLAB

Oleh

IKHWAN PAMUNGKAS

Jaringan saraf tiruan *backpropagation* merupakan salah satu metode yang baik digunakan untuk menentukan warna RGB (*Red, Green, Blue*) karena dapat memberikan nilai akurasi yang tinggi. Pada jaringan saraf tiruan *backpropagation* terdapat beberapa fungsi aktivasi yang dapat digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fungsi aktivasi dan arsitektur jaringan yang optimal pada jaringan saraf tiruan *backpropagation* dalam menentukan warna RGB. Pada penelitian ini, model jaringan saraf tiruan *backpropagation* dikembangkan menggunakan fungsi aktivasi Sigmoid Biner, Sigmoid Bipolar, dan Linear. Berdasarkan hasil pelatihan, fungsi aktivasi Sigmoid Bipolar menghasilkan nilai akurasi tertinggi dibandingkan fungsi aktivasi Sigmoid Biner dan fungsi aktivasi Linear. Arsitektur jaringan yang dimodelkan menggunakan 3 *input*, 2 *hidden layer* yang terdiri dari masing-masing 2 *node hidden layer*, dan 1 *output*. Pada model ini, persentase akurasi pelatihan dan pengujian jaringan adalah sebesar 100% menghasilkan MSE terkecil dengan nilai 6,1E-03 pada iterasi ke-97 dalam waktu 485 milidetik.

Kata kunci: fungsi aktivasi, jaringan saraf tiruan, *backpropagation*, RGB

ABSTRACT

COMPARATIVE STUDY OF ACTIVATION FUNCTIONS OF BINARY SIGMOID, BIPOLAR AND LINEAR SIGMOID IN ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN DETERMINING RGB COLOR USING MATLAB

By

IKHWAN PAMUNGKAS

Artificial neural network Backpropagation is one of the best methods used to determine RGB (Red, Green, Blue) colors because it can provide values high accuracy. Neural network backpropagation there are several activation functions that can be used. Neural networks backpropagation in determining RGB colors. Neural network model backpropagation was developed using the activation functions of Binary Sigmoid, Bipolar Sigmoid, and Linear. Based on the training results, the Bipolar Sigmoid activation function produces the highest accuracy value compared to the Binary Sigmoid activation function and the Linear activation function. The modeled network architecture uses 3 inputs, 2 hidden layer consisting of 2 hidden layer nodes, and 1 output. In this model, the percentage of network training and testing accuracy is 100% resulting in the smallest MSE with a value of 6.1E-03 at the 97th iteration in 485 milliseconds.

Keywords: activation function, artificial neural network, backpropagation, RGB

**STUDI KOMPARASI FUNGSI AKTIVASI SIGMOID BINER, SIGMOID
BIPOLAR DAN LINEAR PADA JARINGAN SARAF TIRUAN DALAM
MENENTUKAN WARNA RGB MENGGUNAKAN MATLAB**

Oleh

IKHWAN PAMUNGKAS

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Program Studi Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi

**: STUDI KOMPARASI FUNGSI AKTIVASI
SIGMOID BINER, SIGMOID BIPOLAR DAN
LINEAR PADA JARINGAN SARAF TIRUAN
DALAM MENENTUKAN WARNA RGB
MENGUNAKAN MATLAB**

Nama Mahasiswa

: Ikhwan Pamungkas

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1515031068

Jurusan

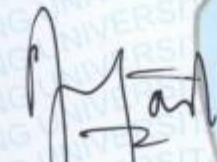
: Teknik Elektro

Fakultas

: Teknik

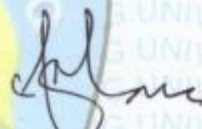
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Sunadi, S.T., M.T.

NIP. 19731104000031001



Syaiful Alam, S.T., M.T.

NIP. 196904161998031004

2. Mengetahui

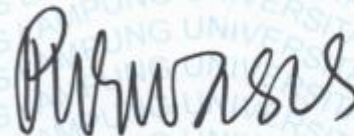
**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**



Herlinawati S.T., M.T.

NIP. 197103141999032001

**Ketua Program Studi
Teknik Elektro**



Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T.

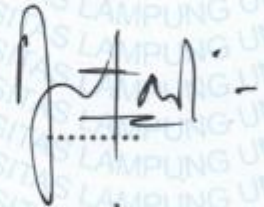
NIP. 197404222000122001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

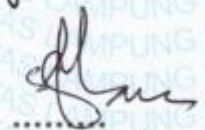
Ketua

: Sumadi, S.T., M.T.



Sekretaris

: Syaiful Alam, S.T., M.T.

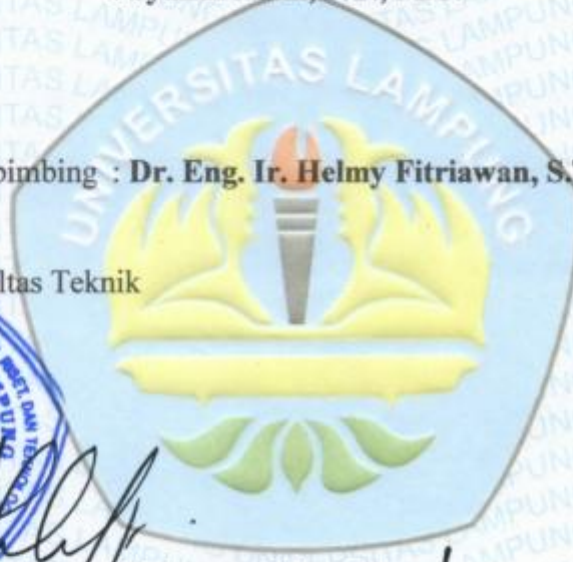


Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. 
NIP. 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 6 Juni 2022

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Studi Komparasi Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner, Sigmoid Bipolar Dan Linear Pada Jaringan Saraf Tiruan Dalam Menentukan Warna Rgb Menggunakan Matlab”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 18 Agustus 2022



Ikhwan Pamungkas
NPM. 1515031068

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Ikhwan Pamungkas dilahirkan di Sukadamai pada tanggal 26 April 1997. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Sugianto dan Ibu Saminem. Penulis menempuh pendidikan formal dan lulus Tahun 2009 di SD Negeri 2 Sukadamai, Natar, Lampung Selatan, kemudian lulus Tahun 2012 di SMP Negeri 1 Kibang, Lampung Timur, kemudian lulus Tahun 2015 di SMA Negeri 1 Metro. Di Tahun 2015 penulis mengikuti seleksi SBMPTN dan diterima di Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Lampung.

Selama menjadi mahasiswa penulis mengikuti organisasi tingkat jurusan, yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) Fakultas Teknik sebagai anggota divisi Media Informasi periode 2016-2017 dan sebagai Kepala divisi Media Informasi periode 2017-2018. Penulis melakukan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT Bukit Asam Tbk Unit Pelabuhan Tarahan Lampung dan membahas mengenai “Sistem Pengendalian Posisi Tripper Car CV 503 Pada Proses Pengisian Stockpile Batubara”.

Persembahan

Dengan Mengharap Ridho Allah SWT

Kupersembahkan Karya Ini Untuk :

Kedua Orang Tuaku

Sugiyanto dan Saminem

Serta Bapak Sukimin

Seluruh Civitas Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Almamaterku

Universitas Lampung

MOTTO

“Allah Tidak Akan Menguji Hambanya Diluar Batas Kemampuannya. Kita Harus Percaya Akan Hal Ini”

“Tak Pernah Ada Kata Terlambat Untuk Menjadi Apa Yang Kamu Impikan”

“Hal-Hal Baik Akan Datang Kepada Mereka Yang Mau Sabar Menunggu. Hal-Hal Yang Lebih Besar Akan Dating Kepada Mereka Yang Turun Langsung Dan Melakukan Apa Saja Untuk Mewujudkannya”

“Apa Yang Paling Kita Takuti Biasanya Adalah Yang Paling Perlu Kita Lakukan”

SANWACANA

Puji syukur Penulis ucapkan kehadiran Allah Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir dengan judul **“Studi Komparasi Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner, Sigmoid Bipolar Dan Linear Pada Jaringan Saraf Tiruan Dalam Menentukan Warna Rgb Menggunakan Matlab”** adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam masa perkuliahan dan penelitian, penulis mendapat banyak hal baik berupa dukungan, semangat, motivasi dan banyak hal lainnya. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
4. Bapak Ir. Meizano Ardhi Muhammad, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
5. Ibu Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik dan Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

6. Bapak Sumadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. Bapak Syaiful Alam, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
8. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dosen Penguji Utama. Terima kasih untuk masukan dan saran-saran dari seminar proposal sampai penyelesaian skripsi ini.
9. Kedua orang tua dan seluruh keluarga, terima kasih telah memberikan dukungan sepenuh hati hingga menyelesaikan perkuliahan.
10. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro, terima kasih atas ilmu yang telah diberikan.
11. Bapak dan Ibu Staf Laboratorium Terpadu Teknik Elektro dan juga Staf Administrasi Teknik Elektro Unila.
12. Keluargaku *Electrical & Informatic Engineering* (EIE) Angkatan 2015. Terimakasih atas kebersamaan dan kekeluargaan yang telah kalian berikan semoga kita selalu bersatu semakin erat.
13. Farhana Fitri Amalia, terima kasih telah memberikan semangat dan bantuan kepada penulis hingga menyelesaikan skripsi.
14. Teman Rumah Rafi Squad (RRS), Alif, Bambang, Dias, Rafi, Wira, dan Arnold, terima kasih telah berjuang bersama dari awal kuliah hingga penulis menyelesaikan skripsi.

15. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu hingga terselesaikan laporan skripsi ini.

Bandar Lampung, 18 Agustus 2022

Penulis

Ikhwan Pamungkas

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	4
1.3. Perumusan Masalah.....	5
1.4. Batasan Masalah.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	6
1.6. Hipotesis	6
1.7. Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Warna RGB	9
2.2. Jaringan Saraf Tiruan	12
2.2.1. <i>Input, Output, dan Hidden Layer</i>	14
2.2.2. Fungsi Aktivasi	15
2.2.3. Jaringan Saraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	17
2.2.4. Pelatihan Jaringan <i>Backpropagation</i>	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2. Alat dan Bahan	23
3.2.1. Alat.....	23

3.2.2. Bahan.....	24
3.3. Tahapan Penelitian	24
3.4. Teknik Analisa Data	25
3.5. Diagram Alur Penelitian.....	27
3.6. Diagram Pelatihan <i>Backpropagation</i>	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Pengumpulan Data	29
4.2. Pengolahan Data.....	29
4.3. Pelatihan Jaringan.....	30
4.3.1. Penentuan <i>Input</i> dan <i>Output</i>	30
4.3.2. Penentuan Arsitektur Jaringan.....	30
4.3.3. Penentuan Fungsi Aktivasi	31
4.3.4. Penentuan Jumlah <i>Node</i> pada <i>Hidden layer</i> Pertama	32
4.3.5. Penentuan Jumlah <i>Node Hidden Layer</i> Kedua	33
4.3.6. Penentuan Jumlah <i>Node Hidden Layer</i> Ketiga	34
4.4. Hasil Pelatihan.....	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Representasi Warna Primer	10
Gambar 2.2. Ruang Warna RGB.....	11
Gambar 2.3. Jaringan Saraf Manusia	12
Gambar 2.4. Struktur Neuron Jaringan Saraf Tiruan	13
Gambar 2.5. Neuron Sederhana	14
Gambar 2.6. Model Jaringan Saraf Tiruan.....	15
Gambar 2.7. Fungsi <i>Sigmoid Biner</i>	16
Gambar 2.8. Fungsi <i>Sigmoid Bipolar</i>	16
Gambar 2.9. Fungsi Identitas/ <i>Linear</i>	17
Gambar 2.10. Arsitektur Model Jaringan <i>Backpropagation</i>	18
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian.....	28
Gambar 3.2. Diagram Pelatihan <i>Backpropagation</i>	29
Gambar 4.1. Arsitektur Jaringan Awal	31
Gambar 4.1. Arsitektur <i>backpropagation</i> yang dimodelkan	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Analogi Jaringan Saraf Manusia dan Jaringan Saraf Tiruan.....	13
Tabel 3.1. Fungsi Aktivasi	26
Tabel 4.1. Target dan Keluaran.....	30
Tabel 4.2. Penentuan Fungsi Aktivasi	32
Tabel 4.3. Penentuan Jumlah <i>Node</i> pada <i>Hidden Layer</i> Pertama	33
Tabel 4.4. Penentuan Jumlah <i>Node</i> pada <i>Hidden Layer</i> Kedua.....	34
Tabel 4.5. Penentuan Jumlah <i>Node</i> pada <i>Hidden layer</i> Ketiga.....	35
Tabel 4.6. Hasil Pelatihan dengan Perubahan Parameter.....	36
Tabel 4.7. Struktur <i>Backpropagation</i> yang dimodelkan	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem visual manusia adalah salah satu yang paling kompleks yang dikenal hingga saat ini. Kemampuan visual manusia dalam melakukan perekaman dan pendeteksian objek berdasarkan cirinya membuat manusia memiliki kemampuan mengenali suatu objek. Sama halnya dengan manusia, mesin memerlukan proses ekstraksi ciri dan *training* untuk mendeteksi objek [1].

Gambar digital adalah sumber informasi yang paling umum dalam kehidupan kita sehari-hari. Gambar digital banyak digunakan di bidang jurnalisme, media cetak, diagnosis medis, dan lain-lain. Dengan kemajuan di bidang pemrosesan gambar digital yang semakin berkembang, memudahkan manusia dalam menangkap, mendistribusikan, dan memanipulasi gambar [2]. Oleh karena itu, sekarang ini aplikasi pemrosesan gambar yang menggunakan deteksi warna banyak dilakukan [3]. Dalam literatur [4] diketahui bahwa sebagian besar aplikasi yang dikembangkan baru-baru ini menggunakan pemrosesan gambar berbasis warna dan mendapatkan minat yang terus meningkat dari para peneliti karena peluang untuk memperoleh hasil yang akurat dan efisien.

Warna merupakan bagian cahaya yang terpantul dari suatu pigmen pada permukaan benda. Warna suatu benda diukur dari tingkat kecerahan yang dipengaruhi oleh hitam dan putih. Newton memberikan pengertian warna yaitu

bagian sinar dalam spektrum yang tergantung pada gelombang cahaya. Dalam ranah digital, warna yang tampil pada layar adalah lampu berwarna dari *pixel-pixel* kecil yang digabungkan sebanyak resolusi layar sehingga bisa membentuk visual yang dilihat manusia. Beberapa contoh aplikasi yang menerapkan informasi warna adalah deteksi tanda jalan, deteksi wajah, deteksi warna kulit, deteksi objek, dan lain-lain [3]. Tujuan dari deteksi warna adalah untuk menentukan kelas warna *pixel* pada citra tertentu.

Beberapa produk konten media sosial, infografik, *web design*, foto profil, *background*, dan video menggunakan pewarnaan RGB (*Red, Green, Blue*). Warna RGB dianggap lebih cocok digunakan dalam produk digital. Warna RGB merupakan mode warna yang sifatnya *additive color*. Salah satu pemanfaatan teknologi pengolahan citra digital adalah kemampuan komputer dalam melakukan deteksi jenis warna RGB dengan proses ekstraksi ciri dan *training* pada mesin. Dalam penelitian [5], gambar RGB dimanfaatkan untuk mengklasifikasikan kualitas buah dan sayur dengan mengubah posisi *pixel* pada gambar RGB. Pada penelitian [6] nilai karakter RGB digunakan dalam Steganografi dimana hal ini merupakan seni komunikasi rahasia, yang informasinya disembunyikan dalam *file* pembawa agar tidak terlihat oleh normalnya mata manusia. Ruang warna RGB juga digunakan untuk menguraikan gambar untuk mempertahankan kualitas visual dari sebuah gambar [7]. Hal ini dilakukan untuk melindungi konten multimedia digital yang mudah dipalsukan atau rusak.

Kemampuan komputer dalam mengenali suatu pola banyak dikembangkan sebagai kebutuhan untuk menyelesaikan suatu masalah. Jaringan Saraf Tiruan

(JST) adalah sistem komputerisasi sebagai pemroses informasi yang memiliki karakter mirip dengan jaringan saraf biologi pada saat menangkap informasi dari ‘dunia luar’. Maksud sebenarnya dari JST adalah berusaha membuat sebuah model sistem komputasi informasi yang dapat menirukan rangkaian cara kerja jaringan saraf biologis.

Dalam salah satu penelitian, penulisnya menggunakan metode jaringan saraf tiruan untuk mendeteksi wajah dengan menggunakan ruang warna RGB dengan peningkatan hasil *Equal Error Rate* dari 3.3 % menjadi 1.8 % [8]. Pada penelitian [9] jaringan saraf tiruan dimanfaatkan untuk mengklasifikasikan kematangan buah apel serta menghitung jumlah buah apel. Pada penelitian [10] jaringan saraf tiruan berperan dalam dunia kesehatan dengan mengidentifikasi retina.

Penelitian sebelumnya mengenai pengaruh fungsi aktivasi pada jaringan saraf tiruan diantaranya:

- Pengaruh Masukan dan Fungsi Aktivasi Terhadap Kecepatan Pelatihan Jaringan Saraf Tiruan (JST) Modular sebagai Klasifikasi dan Estimasi Lokasi Gangguan pada Saluran Distribusi Bawah Tanah PT. Pertamina RU II Dumai oleh B. Ihsan dan D. Y. Sukma (2017). Pada penelitian ini disimpulkan bahwa urutan fungsi aktivasi yang efektif digunakan untuk mempercepat pelatihan jaringan saraf tiruan adalah *sigmoid bipolar – sigmoid biner – linear* [11].
- Pengaruh Fungsi Aktivasi, Optimisasi dan Jumlah *Epoch* Terhadap Performa Jaringan Saraf Tiruan oleh M. S. Wibawa (2018). Pada penelitian ini

disimpulkan bahwa fungsi aktivasi TANH lebih sering menghasilkan nilai akurasi tertinggi dibandingkan fungsi aktivasi RELU [12].

- Analisis Fungsi Aktivasi Jaringan Saraf Tiruan Untuk Mendeteksi Karakteristik Bentuk Gelombang Spektra Babi dan Sapi oleh S. A. Fauji dkk (2020). Pada penelitian ini disimpulkan bahwa fungsi aktivasi tangen hiperbolik adalah fungsi yang terbaik untuk membedakan gelombang spektra babi dan sapi [13].
- Perbandingan Kombinasi Fungsi Pelatihan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Pada Peramalan Beban oleh G. T. Pradnyana Yoga dkk (2020). Pada penelitian ini disimpulkan bahwa model terbaik menggunakan algoritma fungsi pelatihan *trainidx* dengan nilai MSE sebesar 1.03×10^{-8} dan akurasi jaringan sebesar 93.75% [14].

Dari berbagai informasi di atas, pemilihan fungsi aktivasi yang tepat merupakan hal yang penting pada jaringan saraf tiruan serta dalam pendeteksian warna RGB yang memungkinkan pengembangan aplikasi yang berbasis pemrosesan gambar sehingga penulis mengangkat judul “Studi Komparasi Fungsi Aktivasi Sigmoid biner, Sigmoid bipolar, dan Linear pada Jaringan Saraf Tiruan dalam Menentukan Warna RGB Menggunakan Matlab”.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Untuk mengetahui fungsi aktivasi yang optimal pada jaringan saraf tiruan *backpropagation* dalam menentukan warna RGB.

2. Untuk mengetahui arsitektur jaringan yang optimal jaringan saraf tiruan *backpropagation* dalam menentukan warna RGB.

1.3. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana fungsi aktivasi dan arsitektur jaringan yang optimal pada jaringan saraf tiruan *backpropagation* dalam menentukan warna RGB?
2. Bagaimana tingkat akurasi, *epoch*, *error*, dan waktu pelatihan dari hasil pelatihan jaringan saraf tiruan *backpropagation* dalam menentukan warna RGB?

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Metode jaringan saraf tiruan yang digunakan adalah *backpropagation*.
2. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah Fungsi Sigmoid biner (*logsig*), Fungsi Sigmoid bipolar (*tansig*), dan Fungsi Linear (*purelin*).
3. Fungsi pelatihan yang digunakan adalah Penurunan Gradien dengan Momentum dan Laju Pembelajaran Adaptif (*traingdx*), dengan parameter momentum = 0,9 dan laju pembelajaran = 0,7.
4. Data yang digunakan sebagai data latih adalah 300 data nilai RGB yang terdiri dari 100 jenis warna merah, 100 jenis warna hijau, dan 100 jenis warna biru yang telah ditentukan.

5. Data yang digunakan sebagai data uji pertama adalah 90 data nilai RGB yang terdiri dari 30 jenis warna merah, 30 jenis warna hijau, dan 30 jenis warna biru yang telah ditentukan diluar dari data latih.
6. Data yang digunakan sebagai data uji kedua adalah 30 data nilai RGB yang terdiri dari 10 jenis warna merah, 10 jenis warna hijau, dan 10 jenis warna biru yang telah ditentukan diambil dari data latih.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan terkait penggunaan metode jaringan saraf tiruan *backpropagation* dalam menentukan warna RGB.
2. Penelitian ini dapat memudahkan peneliti selanjutnya dalam menentukan fungsi aktivasi dan arsitektur yang optimal pada jaringan saraf tiruan *backpropagation* dalam menentukan warna RGB serta dapat dikembangkan maupun dibandingkan dengan hasil penelitiannya.

1.6. Hipotesis

Berdasarkan uraian latar belakang dan landasan teori yang diuraikan, maka dapat diajukan beberapa hipotesis sebagai jawaban sementara untuk rumusan masalah penelitian berupa:

1. Metode jaringan saraf tiruan *backpropagation* dapat digunakan sebagai salah satu metode yang baik dalam menentukan warna RGB dengan pemilihan

fungsi aktivasi serta arsitektur jaringan yang tepat untuk mendapatkan hasil yang optimal.

2. Nilai akurasi dalam menentukan warna RGB yang diperoleh dari berbagai fungsi aktivasi jaringan saraf tiruan *backpropagation* akan dibandingkan untuk menentukan fungsi aktivasi yang lebih baik dalam mengenali warna RGB.
3. Metode jaringan saraf tiruan *backpropagation* menghasilkan nilai akurasi, *epoch*, *error*, dan waktu pelatihan dari hasil pelatihan jaringan dalam menentukan warna RGB dengan parameter MSE, *epoch*, *learning rate*, dan momentum.

1.7. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini untuk memberikan suatu gambaran sederhana mengenai pembahasan skripsi serta untuk memudahkan pemahaman materi pada penelitian ini sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi dasar teori mengenai warna RGB, jaringan saraf tiruan, fungsi aktivasi, *input*, *output* dan *hidden layer*, jaringan saraf tiruan *backpropagation*, pelatihan jaringan *backpropagation*.

BAB III. METODE PENELITIAN

Bab ini berisi ruang lingkup kegiatan yaitu waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, tahapan penelitian, teknik analisis data, dan diagram alur penelitian.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil penelitian yang diperoleh dari beberapa fungsi aktivasi pada jaringan saraf tiruan *backpropagation* dengan menggunakan Matlab. Bab ini juga berisi hasil penelitian berupa arsitektur optimal pada jaringan saraf tiruan *backpropagation*.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian secara keseluruhan dan kemudian diberikan saran yang perlu dipertimbangkan dalam upaya pengembangan mengenai penelitian ini lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Kumpulan literatur yang dijadikan sebagai sumber bahan acuan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.

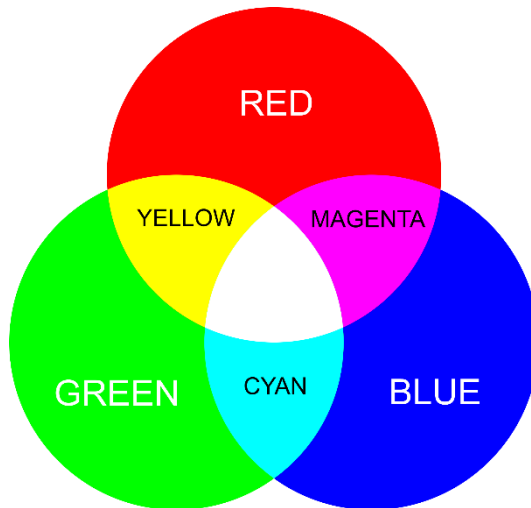
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Warna RGB

RGB merupakan singkatan dari "*Red Green Blue*", RGB mengacu pada tiga warna cahaya yang dapat dicampur bersama untuk menciptakan warna yang berbeda. Menggabungkan cahaya merah, hijau, dan biru adalah metode standar untuk menghasilkan gambar berwarna pada tampilan layar seperti TV, monitor komputer, dan layar *smartphone*.

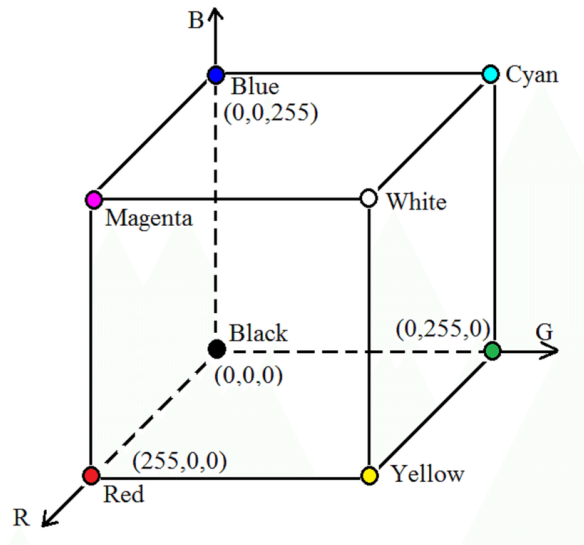
Model warna RGB merupakan model aditif, ketika 100% dari setiap warna dicampur bersama akan menciptakan cahaya putih. Ketika 0% dari setiap warna digabungkan maka tidak ada cahaya yang dihasilkan sehingga menciptakan warna hitam. Terdapat tiga warna primer aditif yaitu merah, hijau dan biru, yang mana memiliki spektrum cahaya yang dapat dicampur untuk menghasilkan spektrum warna baru. Warna-warna primer ini dijadikan sebagai model warna dasar untuk aplikasi gambar digital karena tidak membutuhkan transformasi lebih lanjut untuk ditampilkan di layar [15]. Untuk menampilkan gambar digital, 3 komponen warna ini merepresentasikan persentase dari *pixel* pada gambar digital [16]. Gambar 2.1 berikut ini merepresentasikan kombinasi dari tiga warna primer aditif menghasilkan warna-warna baru.



Gambar 2.1. Representasi Warna Primer

Menurut teori *tri-stimulus vision*, sensor-sensor yang peka terhadap cahaya pada retina menerima cahaya yang masuk, sehingga manusia dapat melihat warna dengan cara membandingkan cahaya yang masuk ke mata. Sensor pada mata ini paling peka terhadap cahaya dengan panjang gelombang 630 nm (merah), 530 nm (hijau), dan 450 nm (biru). Oleh karena itu, model warna RGB dipakai berdasarkan teori tersebut [17].

Ruang warna standar RGB didasarkan pada hasil akuisisi frekuensi warna oleh sensor elektronik. Setiap komponen warna dikodekan dalam 8 bit sehingga dapat terbentuk 2^8 atau 256^3 menghasilkan 16.777.216 nuansa warna. Ruang warna RGB dapat diilustrasikan pada gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2. Ruang Warna RGB

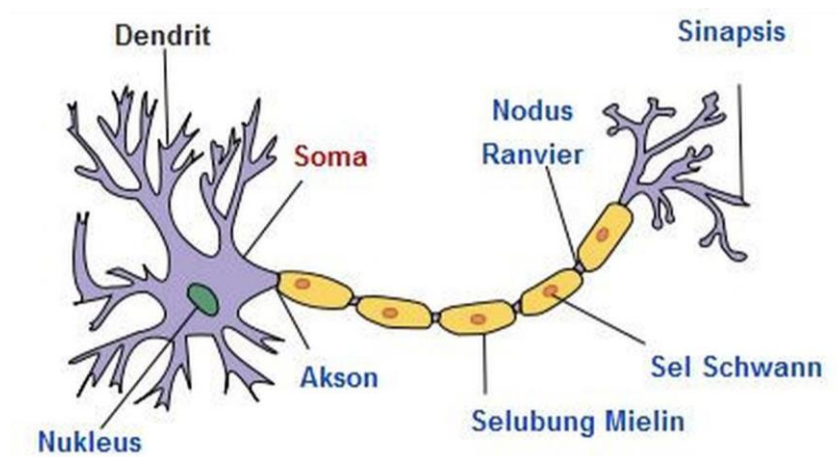
Sudut-sudut kubus pada sumbu utama dengan garis putus-putus pada gambar 2.2 diatas menyatakan warna-warna primer, sedangkan sudut-sudut pada arah berlawanan dari sumbu utama menyatakan warna komplementer [17].

Pada literatur [18], model warna RGB dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu ruang warna RGB *linear* (RGB) dan ruang warna RGB *nonlinear* ($R'G'B'$). Konsistensi warna pada ruang RGB *linear* dicapai melalui berbagai peralatan menggunakan sistem manajemen warna. Untuk analisis numerik dan aplikasi representasi gambar tidak cocok menggunakan RGB *linear*. RGB *linear* digunakan untuk aplikasi grafik komputer. RGB *linear* dapat dipetakan dengan menggunakan faktor koreksi gamma (γ) pada perangkat *input* gambar, dalam kisaran $[0,1]$. Data gambar masukan pada kamera atau *scanner* adalah RGB *nonlinear* ($R'G'B'$) yang direpresentasikan dalam rentang 0 sampai 255, yang kemudian disimpan untuk digunakan untuk aplikasi pengolahan gambar [18].

2.2. Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan merupakan salah satu cabang dari ilmu komputasi yang mengadopsi cara kerja dari saraf manusia. Sama seperti saraf manusia, dalam jaringan saraf tiruan terdapat proses stimulasi/rangsangan, pemrosesan, dan pengeluaran. Keluaran dari jaringan saraf tiruan bergantung pada variasi rangsangan dan pemrosesannya [19].

Pada otak manusia terdapat saraf (*neuron*) dimana terdapat sekitar 10^{12} *neuron*. Satu *neuron* memiliki 1 akson dan minimal 1 dendrit dan sinapsis. Setiap *neuron* terhubung dengan *neuron* lainnya dalam jaringan sistem saraf. Setiap *neuron* saling berinteraksi satu sama lain untuk menghasilkan kemampuan/kecerdasan tertentu pada manusia [19]. Gambar 2.3 berikut ini mengilustrasikan jaringan saraf dari manusia.



Gambar 2.3. Jaringan Saraf Manusia

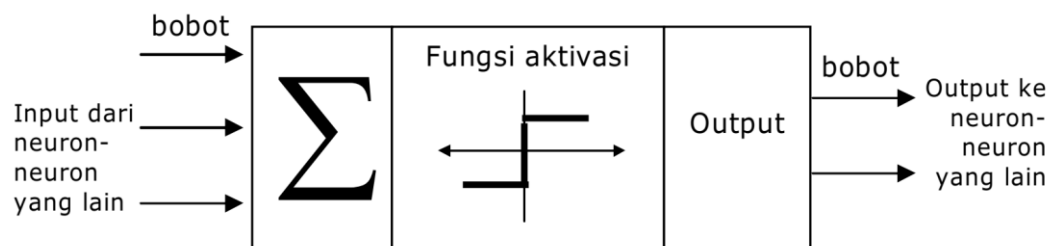
Pada gambar 2.3 di atas terdapat dendrit yang berfungsi sebagai penerima impuls ke badan sel, akson yang berfungsi sebagai media pengirim impuls dari badan sel,

dan sinapsis sebagai penghubung antara neuron satu dengan lainnya [19]. Tabel 2.1 menunjukkan hubungan antara jaringan saraf manusia dengan jaringan saraf tiruan.

Tabel 2.1. Analogi Jaringan Saraf Manusia dan Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Saraf Manusia	Jaringan Saraf Tiruan
Soma	Neuron
Dendrit	<i>Input</i>
Akson	<i>Output</i>
Sinapsis	Bobot

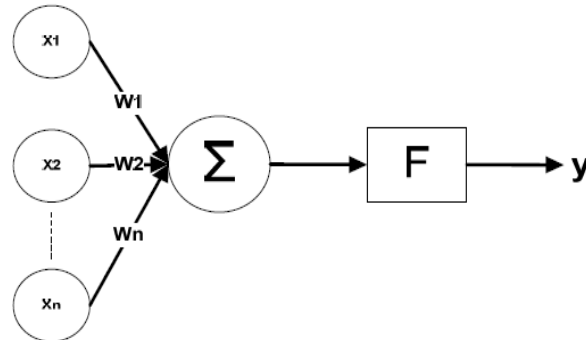
Jaringan saraf tiruan mengadopsi cara kerja dari jaringan saraf manusia. Pada jaringan saraf tiruan juga terdapat *neuron-neuron* yang terhubung satu sama lain. *Neuron-neuron* tersebut juga mentransformasikan informasi yang diterima dari dan ke *neuron* berikutnya yang disebut bobot. Informasi diproses dengan cara menjumlahkan nilai-nilai bobot yang akan datang oleh fungsi peramban. Hasil penjumlahan bobot kemudian dibandingkan dengan informasi masukan dengan bobot kedatangan tertentu [20]. Gambar 2.4 berikut ini merupakan ilustrasi dari struktur jaringan saraf tiruan.



Gambar 2.4. Struktur *Neuron* Jaringan Saraf Tiruan

Pada jaringan saraf tiruan, *neuron-neuron* tersusun berlapis-lapis dan terhubung satu sama lain. Informasi yang akan diproses masuk melalui lapisan masukan

hingga masukan keluaran melalui *hidden layer* [20]. Gambar 2.5 berikut ini merupakan *neuron* sederhana dengan fungsi aktivasi F.



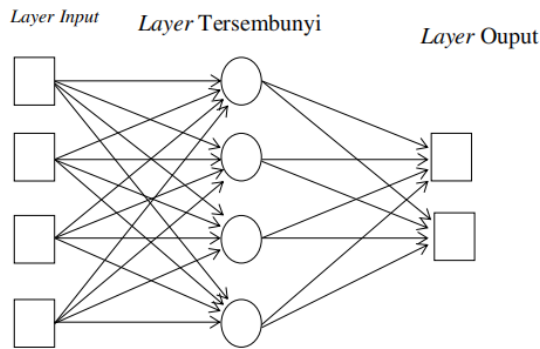
Gambar 2.5. *Neuron* Sederhana [20]

Model *neuron* pada gambar 2.5 memiliki masukan dari X_1 hingga X_n yang masing-masing memiliki bobot W_1 hingga W_n . dengan persamaan:

$$y_{in} = \sum_{i=1}^n X_i W_i \quad (1)$$

2.2.1. *Input, Output, dan Hidden Layer*

Pada arsitektur model jaringan saraf tiruan, terdapat beberapa *layer* yaitu *input layer*, *output layer* dan *hidden layer*. Setiap *layer* memiliki fungsi tertentu. *Input layer* terdiri dari beberapa *neuron input* yang berfungsi seperti dendrit yaitu menerima informasi yang masuk. *Hidden layer* berfungsi sebagai tempat pemrosesan utama dalam jaringan saraf tiruan. Dan *output layer* berfungsi seperti akson, yaitu memberikan keluaran informasi yang telah diproses dalam *hidden layer* [19]. Gambar berikut ini merupakan arsitektur dari model jaringan saraf tiruan.



Gambar 2.6. Model Jaringan Saraf Tiruan

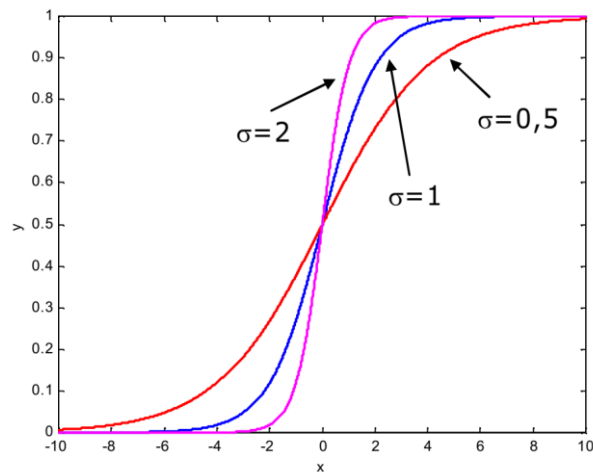
2.2.2. Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi pada jaringan saraf tiruan berfungsi seperti sinapsis pada jaringan saraf manusia [19]. Fungsi aktivasi bertugas untuk mengolah jumlah data masukan menjadi data keluaran [11]. Nilai masukan yang masuk ke neuron akan dijumlahkan oleh fungsi peramban yang dilambangkan oleh notasi sigma (Σ), lalu hasilnya akan diproses oleh fungsi aktivasi pada neuron dengan cara dibandingkan dengan nilai ambang (*threshold*) tertentu. Jika nilai diatas nilai ambang, maka neuron akan dibatalkan, sebaliknya jika nilai dibawah nilai ambang maka neuron akan aktif. Setelah aktif, nilai akan diteruskan ke neuron pada *layer* selanjutnya dan akan diulang proses yang sama [19].

Beberapa fungsi aktivasi yang digunakan adalah:

a. Fungsi *Sigmoid biner*

Fungsi *sigmoid biner* memiliki range 0 sampai 1 maka *outputnya* terletak pada interval 0 sampai 1. Pada matlab fungsi aktivasi *sigmoid biner* dikenal dengan nama *logsig*.



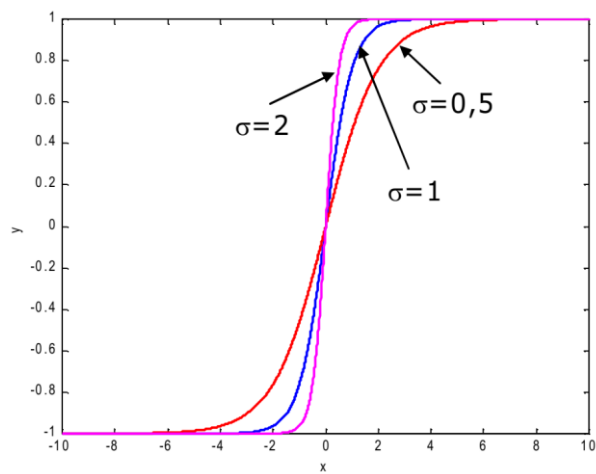
Gambar 2.7. Fungsi Sigmoid biner

$$y = f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (2)$$

$$f'(x) = f(x)[1 - f(x)] \quad (3)$$

b. Fungsi Sigmoid bipolar

Fungsi *sigmoid bipolar* hampir sama dengan fungsi *sigmoid biner*, namun *output* dari fungsi ini memiliki range antara -1 sampai 1. Pada matlab fungsi aktivasi *sigmoid bipolar* dikenal dengan nama *tansig*.



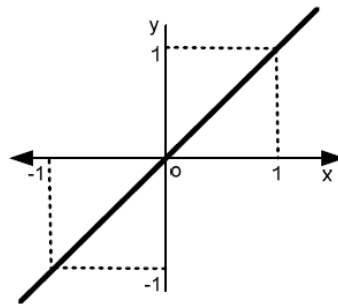
Gambar 2.8. Fungsi Sigmoid bipolar

$$y = f(x) = \frac{1-e^{-x}}{1+e^{-x}} \quad (4)$$

$$f'(x) = \frac{\alpha}{2} [1 + f(x)][1 - f(x)] \quad (5)$$

c. Fungsi Identitas / *Linear*

Fungsi Identitas / *Linear* memiliki nilai *output* yang sama dengan nilai *inputnya*. Pada matlab fungsi identitas / *linear* dikenal dengan nama *pureline*.



Gambar 2.9. Fungsi Identitas/*Linear*

$$y = x \quad (6)$$

$$f'(x) = 1 \quad (7)$$

2.2.3. Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*

Backpropagation adalah salah satu algoritma yang digunakan dalam melatih jaringan saraf tiruan [19]. Algoritma *backpropagation* menjadi salah satu metode pembelajaran mesin yang paling efisien untuk jaringan *multilayer* pada jaringan saraf tiruan. Alasannya adalah karena algoritma *backpropagation* cukup sederhana [20]. Algoritma *backpropagation* merupakan salah satu algoritma jaringan saraf tiruan yang menggunakan metode pembelajaran terawasi (*supervised learning*) dan memiliki arsitektur *multilayer* [21]. Algoritma

backpropagation menggunakan metode *gradient descent* (turunan dari fungsi *squared error*) dengan memperhatikan bobot (*weight*) dari model jaringan saraf tiruan [19]. Untuk mencari *squared error* dapat menggunakan persamaan 7 berikut ini:

$$E = \frac{1}{n}(t - y)^2 \quad (8)$$

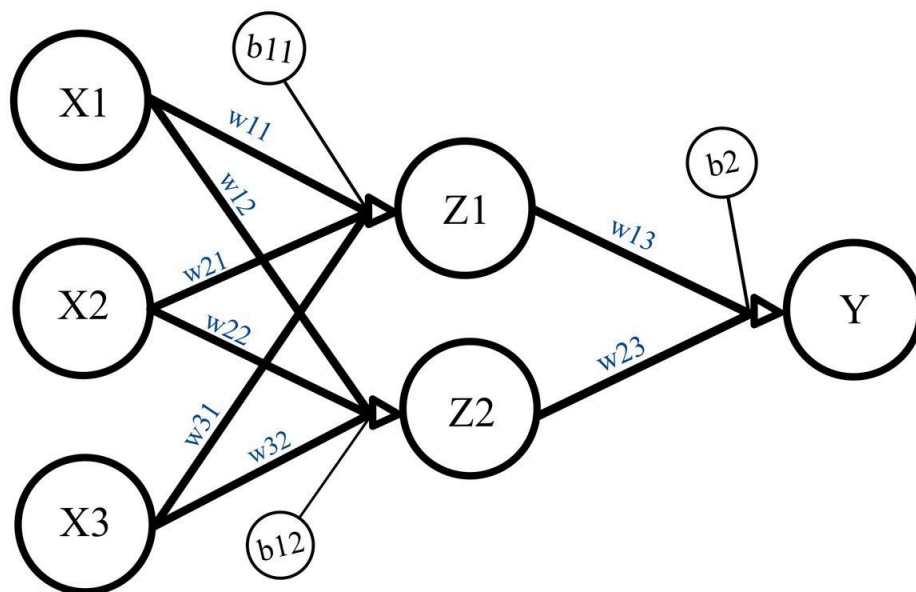
E = Kesalahan kuadrat

n = Banyak data

t = Target keluaran

y = Keluaran sebenarnya dari *neuron* keluaran

Pada model algoritma *backpropagation* terdapat beberapa *layer* yaitu *input layer*, *output layer*, dan *hidden layer* [21]. Gambar 2.10 berikut ini merupakan arsitektur model dari jaringan *backpropagation*.



Gambar 2.10. Arsitektur Model Jaringan *Backpropagation*

Pada gambar 2.10 di atas, model jaringan *backpropagation* memiliki *input* X_1 hingga X_3 dan memiliki nilai bias untuk masukan pada *hidden layer* dan *output layer*.

Back propagation terjadi karena jaringan menghasilkan keluaran yang mengandung *error* [22]. Seluruh bobot yang aktivasinya tidak bernilai 0 dalam jaringan akan disesuaikan untuk memperkecil *error* yang terjadi. Pada proses learning, fase propagasi maju dan balik dilakukan secara berulang untuk satu kali sesi *learning*, dan diulangi sampai sejumlah *epoch* (jumlah sesi dalam proses learning suatu jaringan) sampai *error* yang terjadi dapat diminimalisasi sampai batas toleransi terkecil atau nol [23].

2.2.4. Pelatihan Jaringan *Backpropagation*

Aturan pelatihan jaringan *backpropagation* terdiri dari 2 tahapan, *feedforward* dan *backward propagation*. Pada jaringan diberikan sekumpulan contoh pelatihan yang disebut set pelatihan. Set pelatihan ini digambarkan dengan sebuah vektor *feature* yang disebut dengan vektor *input* yang diasosiasikan dengan sebuah *output* yang menjadi target pelatihannya. Dengan kata lain set pelatihan terdiri dari vektor *input* dan juga vektor *output* target. Keluaran dari jaringan berupa sebuah vektor *output* aktual. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara *output* aktual yang dihasilkan dengan *output* target dengan cara melakukan pengurangan diantara kedua *output* tersebut. Hasil dari pengurangan berupa *error*. *Error* dijadikan sebagai dasar dalam melakukan perubahan dari setiap bobot. Setiap perubahan bobot yang terjadi dapat mengurangi *error*. Siklus perubahan bobot (*epoch*) dilakukan pada setiap set pelatihan sehingga kondisi berhenti dicapai,

yaitu bila mencapai jumlah *epoch* yang diinginkan atau hingga sebuah nilai ambang yang ditetapkan terlampaui.

Algoritma pelatihan jaringan backpropagation terdiri dari 3 tahap yaitu:

1. Tahap umpan maju (*feedforward*)
2. Tahap umpan mundur (*backpropagation*)
3. Tahap perubahan bobot dan bias

Secara rinci algoritma pelatihan jaringan backpropagation dapat diuraikan sebagai berikut:

Langkah 0 : Inisialisasi bobot dan bias, konstanta laju pelatihan (α), toleransi *error* (jika menggunakan nilai *error* sebagai kondisi berhenti) atau set maksimal *epoch* (jika menggunakan banyaknya *epoch* sebagai kondisi berhenti).

Langkah 1 : Selama kondisi berhenti belum tercapai, maka melakukan langkah ke-2 hingga langkah ke-8.

Langkah 2 : Untuk setiap pasangan pola pelatihan, melakukan langkah ke-3 sampai langkah ke-8

Tahap Umpan Maju (*feedforward*)

Langkah 3 : Tiap unit masukan X_i ($i=1,2,3,\dots,n$) menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya.

Langkah 4 : Menghitung keluaran pada setiap *node hidden layer* Z_j ($j=1,2,3,\dots,m$) menggunakan fungsi aktivasi.

$$Z_{inj} = V_{jo} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ji}$$

Langkah 5 : Menghitung keluaran pada *output layer* Y_k ($k=1,2,3,\dots,p$) menggunakan fungsi aktivasi.

$$Y_{ink} = W_{ko} + \sum_{j=1}^n Z_j W_{kj}$$

Tahap Umpan Mundur (*backpropagation*)

Langkah 6 : Masing-masing unit *output* Y_k ($k=1,2,3,\dots,p$) menerima pola target (T_k) sesuai dengan pola masukan/*input* saat pelatihan dan kemudian faktor kesalahan/*error* lapisan *output* (δ_k) dihitung. δ_k dikirim ke lapisan dibawahnya dan digunakan untuk menghitung besarnya koreksi bobot dan bias (ΔW_{kj} dan ΔW_{ko}) antara *hidden layer* dengan lapisan *output*.

$$\delta_k = (T_k - Y_k) * f'(Y_k)$$

$$\Delta W_{kj} = \alpha \delta_k Z_j$$

$$\Delta W_{ko} = \alpha \delta_k$$

Langkah 7 : Pada setiap unit di *hidden layer* Z_j ($j=1,2,3,\dots,m$) dilakukan perhitungan informasi kesalahan *hidden layer* (δ_j). Δ_j kemudian digunakan untuk menghitung besar koreksi bobot dan bias (ΔV_{ji} dan ΔV_{jo}) antara lapisan *input* dan *hidden layer*.

$$\delta_{inj} = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{kj}$$

$$\delta_j = \delta_{inj} * f'(Z_{inj})$$

$$\Delta V_{ji} = \alpha \delta_j X_i$$

$$\Delta V_{jo} = \alpha * \delta_j$$

Tahap Perubahan Bobot dan Bias

Langkah 8 : Masing-masing unit tersembunyi Z_j ($j=1,2,3,\dots,m$) dilakukan perubahan atau pengupdatean bobot dan biasnya sehingga menghasilkan bobot dan bias baru. Demikian juga untuk setiap unit keluaran/*output* Y_k ($k=1,2,3,\dots,p$) dilakukan perubahan bobot dan bias.

Langkah 9 : Uji kondisi berhenti (akhir iterasi).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan pada bulan September 2021 sampai dengan bulan Mei 2022. Tempat penelitian adalah Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

3.2.1. Alat

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah laptop dengan spesifikasi:

- Sistem Operasi: Windows 10 Home Single Language 64-bit
- *Processor*: AMD Ryzen 3 3200U (4 CPUs), ~2.6GHz
- *Memory*: 8192MB RAM
- SSD: 512 MB

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- MATLAB R2019a
- Microsoft Excel 2019

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data nilai RGB yang diambil dari literatur [24]. Jumlah data yang digunakan dalam penelitian ini adalah 390 data nilai RGB dengan rincian 130 data RGB warna merah, 130 data RGB warna hijau, dan 130 data RGB warna biru.

3.3. Tahapan Penelitian

Untuk melakukan pengumpulan data pada penelitian ini, langkah yang diambil sebagai metode penelitian diantaranya :

1. Studi Literatur

Mempelajari materi-materi yang berkaitan dengan tugas akhir. Materi yang digunakan didapat dari berbagai referensi atau sumber-sumber ilmiah lainnya seperti jurnal ilmiah, skripsi, *website* serta buku-buku yang berkaitan dengan tugas akhir.

2. Analisa Permasalahan

Mengidentifikasi permasalahan yang timbul pada penelitian yang sejenis dan melakukan pengembangan terhadap masalah tersebut pada penelitian ini.

3. Studi Bimbingan

Melakukan studi bimbingan dengan berdiskusi dan melakukan tanya jawab terkait tugas akhir dengan dosen pembimbing untuk menambah wawasan dan penyelesaian kendala yang terjadi ketika melaksanakan penelitian.

4. Perancangan Program Komputer

Perancangan program komputer dilakukan menggunakan *software* MATLAB dengan program *Neural Network* dengan menulis *source code*.

5. Pengolahan dan Analisa Data

Data awal pada tugas akhir ini berupa nilai-nilai RGB yang kemudian diolah menggunakan perangkat lunak MATLAB menggunakan program *Neural Network* untuk kemudian dilakukan analisa dari data hasil keluaran program yang telah dilakukan.

6. Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan merupakan tahapan akhir dalam penelitian ini, laporan menjadi hasil nyata dan bukti telah dilakukannya penelitian. Pengerjaan laporan ini dibagi menjadi dua tahap, yaitu Laporan Awal yang digunakan untuk seminar proposal dan Laporan Akhir yang digunakan untuk seminar hasil penelitian.

3.4. Teknik Analisa Data

Analisa data yang dilakukan bertujuan untuk membandingkan fungsi aktivasi pada sistem Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* dalam mengenali warna RGB (*Red, Green, Blue*). Tahapan yang dilakukan yaitu:

1. Menentukan nilai RGB untuk dijadikan *input* dan menentukan target yang digunakan pada jaringan saraf tiruan *backpropagation*.
2. Mengolah data dengan cara menormalisasi dengan range (0,1 – 0,9) menggunakan rumus:

$$X' = \frac{0,8 (X-b)}{(a-b)} + 0,1 \quad (9) [25]$$

X' = Data hasil normalisasi

X = Data asli

a = Nilai maksimum data asli

b = Nilai minimum data asli

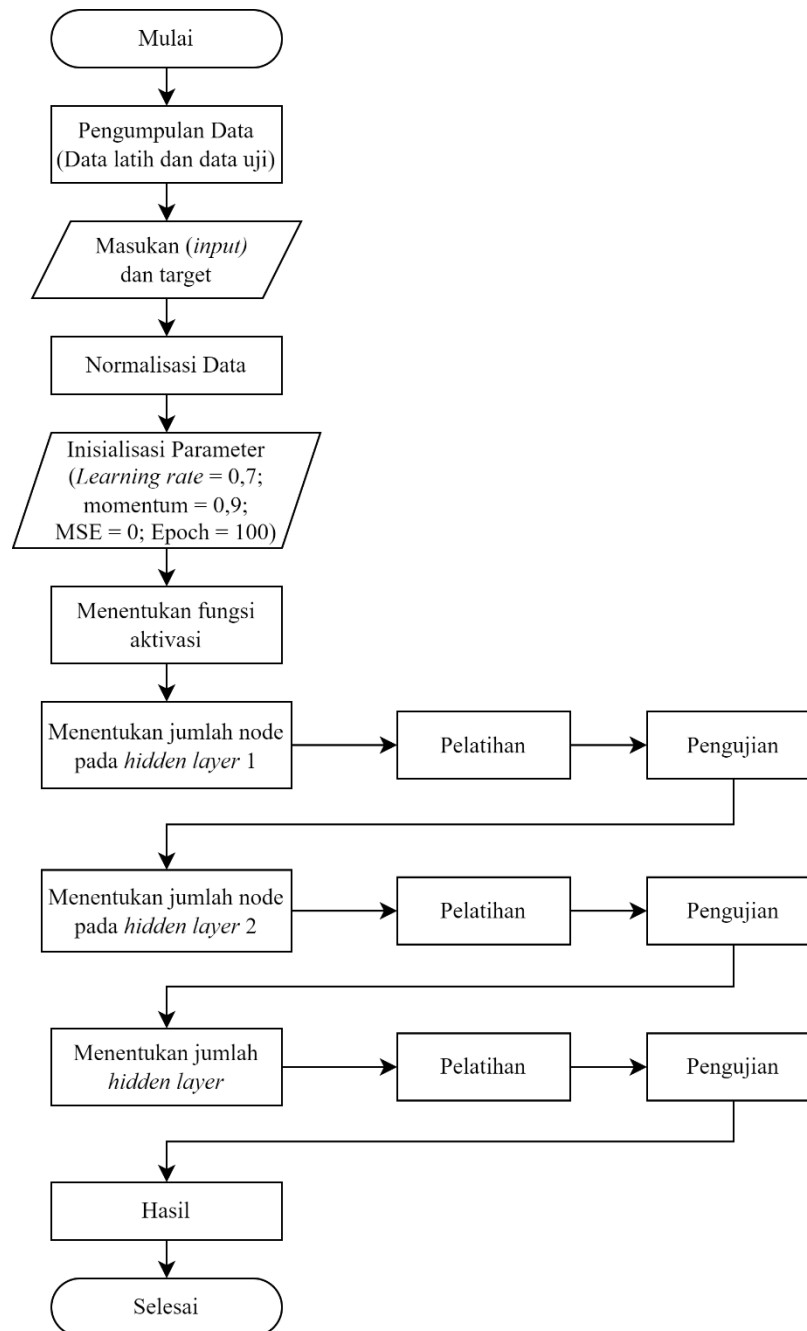
3. Membuat arsitektur awal jaringan dengan menggunakan satu *hidden layer* dengan 3 *node hidden layer* dan menggunakan parameter *Learning Rate*= 0,7; *momentum* = 0,9; *MSE* = 0; dan *Epoch* = 1000 pada jaringan saraf tiruan *backpropagation*.
4. Melakukan pelatihan jaringan menggunakan data nilai-nilai RGB. Pelatihan ini menggunakan beberapa fungsi aktivasi.

Tabel 3.1. Fungsi Aktivasi

No.	Fungsi Aktivasi Hidden Layer	Fungsi Aktivasi Output Layer
1	Sigmoid Biner (<i>Logsig</i>)	Sigmoid Biner (<i>Logsig</i>)
2	Sigmoid Biner (<i>Logsig</i>)	Sigmoid Bipolar (<i>Tansig</i>)
3	Sigmoid Biner (<i>Logsig</i>)	Linear (<i>Pureline</i>)
4	Sigmoid Bipolar (<i>Tansig</i>)	Sigmoid Biner (<i>Logsig</i>)
5	Sigmoid Bipolar (<i>Tansig</i>)	Sigmoid Bipolar (<i>Tansig</i>)
6	Sigmoid Bipolar (<i>Tansig</i>)	Linear (<i>Pureline</i>)
7	Linear (<i>Pureline</i>)	Sigmoid Biner (<i>Logsig</i>)
8	Linear (<i>Pureline</i>)	Sigmoid Bipolar (<i>Tansig</i>)
9	Linear (<i>Pureline</i>)	Linear (<i>Pureline</i>)

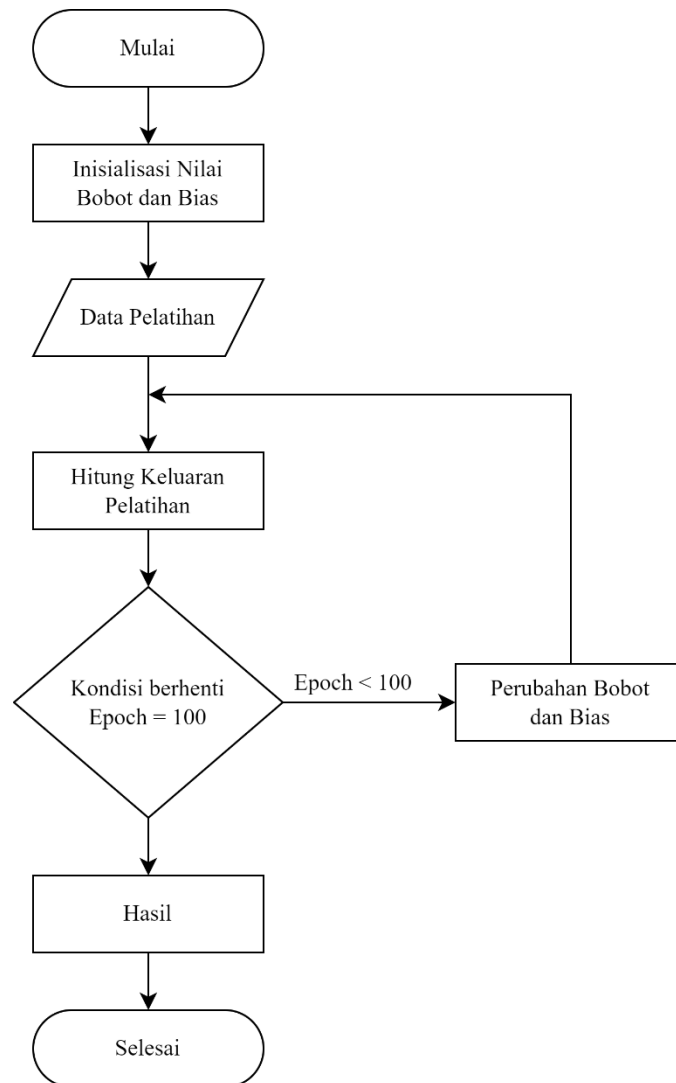
5. Melakukan pengujian jaringan saraf tiruan *backpropagation*. Setelah hasil dari beberapa fungsi aktivasi pada jaringan saraf tiruan diperoleh, dilakukan perbandingan hasil pelatihan. Fungsi aktivasi yang paling optimal akan digunakan untuk membentuk arsitektur jaringan pada tahap selanjutnya.
6. Menentukan jumlah *hidden layer* serta menentukan jumlah *node hidden layer* dengan cara melakukan pengulangan pelatihan dan pengujian sampai didapat hasil yang optimal. Setelah proses selesai maka akan diketahui jumlah *hidden layer* dan jumlah *node hidden layer* yang paling optimal.

3.5. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian

3.6. Diagram Pelatihan *Backpropagation*



Gambar 3.2. Diagram Pelatihan *Backpropagation*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Fungsi Aktivasi paling optimal yang digunakan pada pelatihan jaringan saraf tiruan dalam menentukan warna RGB adalah fungsi aktivasi sigmoid bipolar (*tansig*). Penggunaan fungsi aktivasi sigmoid bipolar pada hidden layer maupun output layer menghasilkan nilai *error* paling kecil.
2. Arsitektur jaringan optimal didapat dengan menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid bipolar (tansig)* pada *hidden layer* pertama, *hidden layer* kedua, dan *output layer*. Jumlah *hidden layer* sebanyak 2 lapisan dengan masing-masing *node* pada *hidden layer* sebanyak 2 *node*. Persentase akurasi pelatihan dan pengujian jaringan adalah sebesar 100% menghasilkan MSE terkecil dengan nilai 6,1E-03 pada iterasi ke-97 dalam waktu 485 milidetik.

5.2. Saran

Adapun saran yang penulis berikan dalam penelitian ini adalah:

1. Penambahan variabel masukan yang lebih banyak seperti CMYK dan HSL pada proses pelatihan.
2. Penggunaan arsitektur dan parameter yang lebih variatif.
3. Penggunaan metode lain selain *backpropagation*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Liang, J. Wu, R. Wang, F. Liang, L. Sun dan G. Zhang, "A Spiking Neural Network for Visual Color Feature Classification for Pictures with RGB-HSV Model," dalam *IEEE International Conference of Intelligent Applied Systems on Engineering (ICIASE)*, 2019.
- [2] Priyanka dan S. Maheshkar, "An Efficient DCT based Image Watermarking Using RGB Color Space," dalam *IEEE 2nd International Conference on Recent Trends in Information Systems (ReTIS)*, 2015.
- [3] M. M. Aznaveh, H. Mirzaei, E. Roshan dan M. Saraee, "A New Color Based Method for Skin Detection Using RGB Vector Space," dalam *International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications*, 2008.
- [4] H. Altun, R. Sinekli, Tekbas Ugur, F. Karakaya dan Murat, "An Efficient Color Detection in RGB Space Using Hierarchical Neural Network Structure," dalam *Human System Interactions Conference*, pp. 932-935, 2008.
- [5] T. Nishi, S. Kurogi dan K. Matsuo, "Grading Fruits and Vegetables Using RGB-D Images and Convolutional Neural Network," dalam *IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*, 2017.
- [6] V. M. Potdar, S. Han dan E. Chang, "A Survey of Digital Image Watermarking Techniques," dalam *3rd IEEE International Conference on Industrial Informatics(INDIN)*, pp. 709-716, 2005.
- [7] X. Tang dan M. Chen, "Design And Implementation Of Information Hiding System Based On RGB," dalam *3rd International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks*, 2013.
- [8] P. Bours dan K. Helkala, "Face recognition using separate layers of the RGB image," dalam *Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIHMSP) '08 International Conference*, pp. 1035-1042, 2008.
- [9] S. Lal, S. K. Behera, P. K. Sethy dan A. K. Rath, "Identification and Counting of Mature Apple Fruit Based on BP Feed Forward Neural Network," dalam *IEEE 3rd International Conference on Sensing, Signal Processing and Security (ICSSS)*, 2017.
- [10] F. Sadikoglu dan S. Uzelaltinbulat, "Biometric Retina Identification Based on Neural Network," dalam *12th International Conference on Application of Fuzzy System and Soft Computing (ICAFSSC)*, Vienna, Austria, 2016.

- [11] B. Ihsan dan D. Y. Sukma, "Pengaruh Masukan dan Fungsi Aktivasi Terhadap Kecepatan Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Modular sebagai Klasifikasi dan Estimasi Lokasi Gangguan pada Saluran Distribusi Bawah Tanah PT. Pertamina RU II Dumai," Universitas Riau, 2017.
- [12] M. S. Wibawa, "Pengaruh Fungsi Aktivasi, Optimisasi dan Jumlah Epoch Terhadap Performa Jaringan Saraf Tiruan," dalam *Jurnal Sistem dan Informatika*, STIKM STIKOM, Bali, 2018.
- [13] S. A. Fauji dan A. Kusumastuti, "Analisis Fungsi Aktivasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Mendeteksi Karakteristik Bentuk Gelombang Spektra Babi dan Sapi," *Jurnal UJMC*, vol. 1, no. 1, pp. 55-64, 2020.
- [14] G. T. Pradnyana Yoga, G. D. Arjana dan I. M. Mataram, "Perbandingan Kombinasi Fungsi Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Pada Peramalan Beban," *Jurnal SPEKTRUM*, Vol. %1 dari %27, No. 1, Maret 2020.
- [15] N. A. Ibraheem, M. M. Hasan, R. Z. Khan dan K. Pramod, "Understanding Color Models: A Review," *ARPN Journal of Science and Technology*, 2012.
- [16] R. D. Kusumanto dan A. N. Tompunu, "Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB," Politeknik Negeri Sriwijaya, 2011.
- [17] Y. R. W. Utami, "Pengenalan Telur Berdasarkan Karakteristik Warna Citra," STMIK Sinar Nusantara Surakarta, 2009.
- [18] K. N. Plataniotis dan A. N. Venetsanopoulus, "Color Image Processing and Applications," Springer-Verlag, 2000.
- [19] W. Budiharto, "Machine Learning & Computational Intelligence," Penerbit Andi, 2016.
- [20] Y. I. Cun, "Theoretical Framework for Back-Propagation," Departement of Computer Science, University of Toronto, 2001.
- [21] A. Sudarsono, "Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus di Kota Bengkulu)," Universitas Dehasean Bengkulu, 2016.
- [22] F. Pakaja, A. Naba dan Purwanto, "Peramalan Penjualan Mobil Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dan Certainty Factor," *EECCIS*, vol. 6, no. 1, 2012.
- [23] M. D. Wuryandari dan I. Afrianto, "Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan Learning Vector Quantization Pada Pengenalan

Wajah,” Universitas Komputer Indonesia, 2012.

- [24] J. Olesen, “Color Meanings,” 2013. [Online]. Tersedia di laman: <https://www.color-meanings.com/>. [Diakses 1 November 2021].