

KLASIFIKASI JENIS BURUNG KACAMATA DAN CIBLEK BERDASARKAN WARNA DENGAN METODE RBFNN (RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL NETWORK)

Somantri¹⁾, Heru Subakti²⁾, Tegar Pratama³⁾, Angga Maulana Yusuf⁴⁾, dan Rayhanna Adhisti Putri Syarifudin⁵⁾

^{1, 2,3,4,5)} Teknik informatika, Fakultas Teknik dan Desain, Universitas Nusa Putra, Sukabumi, Indonesia

Jl. Raya Cibolang No.21, Cibolang Kaler,

Kec.Cisaat, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat 43152

e-mail: somantri@nusaputra.ac.id¹⁾, heru.subakti_ti21@nusaputra.ac.id²⁾, tegar.pratama_ti21@nusaputra.ac.id³⁾, angga.maulana_ti21@nusaputra.ac.id⁴⁾, rayhanna.adhisti_ti21@nusaputra.ac.id⁵⁾

* Korespondensi: e-mail: heru.subakti_ti21@nusaputra.ac.id

ABSTRAK

Klasifikasi jenis burung berbasis warna merupakan suatu pendekatan yang inovatif dalam mengidentifikasi dan membedakan spesies burung. Penelitian ini fokus pada penerapan metode Radial Basis Function Neural Network (RBFNN) untuk mengklasifikasikan dua jenis burung, yaitu burung kacamata dan burung ciblek, berdasarkan karakteristik warna pada bulu mereka. Pendekatan ini menggunakan teknologi pengolahan citra untuk mengekstraksi fitur-fitur warna yang representatif dari gambar burung. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini mencakup berbagai gambar burung kacamata dan burung ciblek dengan variasi warna bulu yang signifikan.

Metode RBFNN dipilih karena kemampuannya dalam memodelkan pola-pola non-linier dan kemampuannya untuk mengatasi permasalahan klasifikasi pada dataset yang kompleks. Jaringan saraf ini dilatih dengan menggunakan algoritma pembelajaran yang dapat mengoptimalkan bobot dan parameter lainnya untuk meningkatkan akurasi klasifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode RBFNN efektif dalam mengklasifikasikan jenis burung berdasarkan warna bulu mereka. Tingkat akurasi yang tinggi dicapai, menunjukkan keberhasilan pendekatan ini dalam membedakan burung kacamata dan burung ciblek. Selain itu, analisis fitur-fitur warna yang signifikan juga memberikan wawasan tambahan terkait perbedaan karakteristik antar spesies. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan teknik klasifikasi jenis burung berbasis warna dan dapat menjadi landasan untuk pengembangan lebih lanjut dalam pemahaman dan pelestarian biodiversitas burung.

Kata Kunci: Klasifikasi burung, RBFNN, Warna bulu, Ekstraksi fitur warna, Jaringan saraf

ABSTRACT

Color-based classification of bird species is an innovative approach to identify and differentiate bird species. This research focuses on applying the Radial Basis Function Neural Network (RBFNN) method to classify two bird species, namely spectacled and ciblek birds, based on the color characteristics of their feathers. The approach involves the use of image processing technology to extract representative color features from bird images. The dataset used in this study includes various images of spectacled and ciblek birds with significant variations in feather colors. The RBFNN method was chosen for its ability to model non-linear patterns and address classification challenges in complex datasets. The neural network is trained using a learning algorithm that optimizes weights and other parameters to enhance classification accuracy. Research results indicate that the RBFNN method is effective in classifying bird species based on their feather colors. High accuracy levels are achieved, demonstrating the success of this approach in distinguishing between spectacled and ciblek birds. Additionally, the analysis of significant color features provides insights into the differences in characteristics between species. This research contributes to the development of color-based bird species classification techniques and serves as a foundation for further advancements in understanding and preserving bird biodiversity.

Keywords: Bird classification, RBFNN, Feather color, Color feature extraction, Neural network

1. PENDAHULUAN

Klasifikasi memiliki peran penting dalam berbagai bidang, termasuk ilmu komputer dan biologi. Dalam ilmu komputer, klasifikasi merujuk pada proses pengelompokan data ke dalam kategori atau kelas berdasarkan ciri-ciri tertentu. Di sisi lain, dalam ilmu biologi, klasifikasi digunakan untuk mengelompokkan organisme berdasarkan karakteristik morfologis, genetik, atau perilaku.

Salah satu contoh penerapan klasifikasi adalah dalam identifikasi jenis burung berdasarkan ciri-ciri fisik, termasuk warna bulu. Beberapa penelitian telah mencoba menggunakan metode klasifikasi, seperti Decision Tree dan algoritma C4.5, untuk mengklasifikasikan jenis burung berdasarkan citra atau suara burung[2]. Namun, masih ada ruang untuk pengembangan metode klasifikasi yang lebih canggih dan akurat. Dalam konteks konservasi alam, klasifikasi jenis burung berbasis warna dapat memberikan kontribusi penting dalam pemantauan dan perlindungan keanekaragaman hayati. Dengan perkembangan teknologi, terdapat potensi untuk mengembangkan metode klasifikasi yang lebih mutakhir, seperti menggunakan teknik deep learning atau jaringan saraf tiruan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis burung berdasarkan warna bulu mereka. Salah satu pendekatan yang menarik dalam hal ini adalah Metode Radial Basis Function Neural Network (RBFNN). RBFNN menggunakan dua pendekatan, yaitu supervised dan unsupervised, dan telah terbukti menghasilkan akurasi klasifikasi tinggi dalam berbagai penelitian[3]. RBFNN bersifat feed forward, dapat melakukan proses klasifikasi dengan waktu singkat, dan memiliki keunggulan dalam fungsi aktivasi yang digunakan[3].

Beberapa penelitian juga membandingkan akurasi RBFNN dengan metode lain, seperti Probabilistic Neural Network (PNN), dan menemukan bahwa RBFNN secara keseluruhan lebih baik dalam klasifikasi[3]. RBFNN telah diterapkan dalam berbagai konteks, seperti identifikasi pola tulisan bahasa Telugu di India[3] dan prediksi aktivitas lalu lintas jaringan[4]. Metode ini juga efektif dalam identifikasi telur fertil dan infertil menggunakan citra tekstur[5].

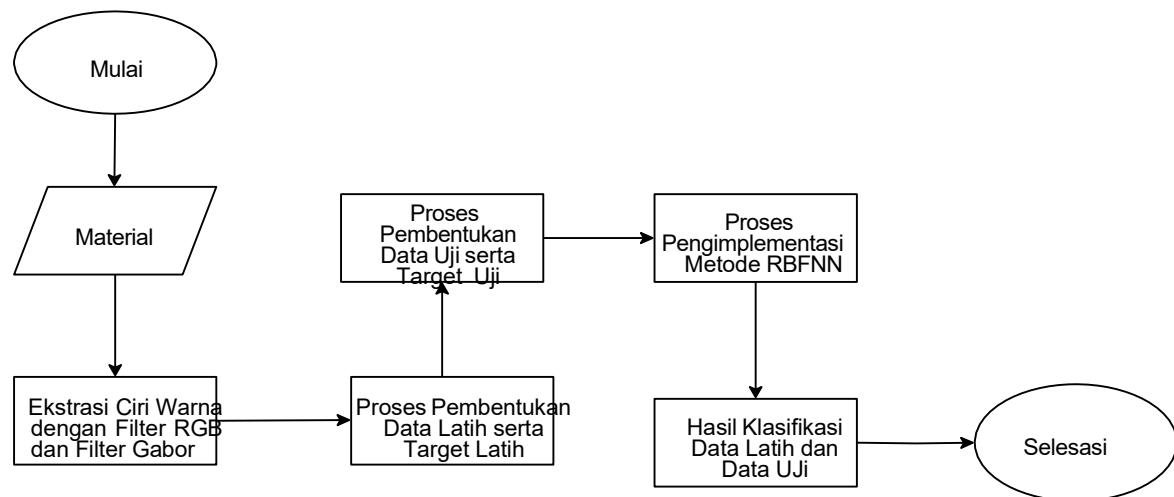
Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa RBFNN memiliki potensi dan keunggulan dalam berbagai aplikasi pengenalan pola dan klasifikasi. Dalam konteks klasifikasi jenis burung berbasis warna, penerapan RBFNN dapat menjadi alternatif yang menjanjikan. Dengan kemampuannya dalam mengenali pola berdasarkan ciri-ciri warna dan struktur jaringan yang efisien, RBFNN dapat menjadi pilihan yang cocok untuk mengatasi tantangan dalam klasifikasi jenis burung berdasarkan warna bulu mereka. Meskipun demikian, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan dan menguji kinerja metode ini dalam aplikasi khusus tersebut.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba menggunakan metode klasifikasi, seperti Decision Tree dan algoritma C4.5, untuk mengklasifikasikan jenis burung berdasarkan citra atau suara burung. Namun, masih terdapat ruang untuk pengembangan metode klasifikasi yang lebih canggih dan akurat.

Selain itu, penggunaan fitur warna dalam identifikasi jenis burung juga telah menjadi fokus penelitian sebelumnya. Misalnya, penggunaan fitur warna untuk mengidentifikasi citra burung Lovebird sesuai dengan jenis warna dari burung Lovebird. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode klasifikasi yang lebih akurat dan efektif untuk identifikasi jenis burung berdasarkan ciri-ciri warna mereka.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini merupakan pendekatan untuk mengklasifikasi burung kacamata dan burung ciblek berdasarkan gambar-gambar yang diperoleh dari internet. Proses dimulai dengan pengambilan material berupa gambar-gambar burung dari sumber internet yang relevan. Selanjutnya, dilakukan ekstraksi ciri warna menggunakan dua tahapan yang berbeda. Berikut adalah Bagan Dari Metode Klasifikasi!



Gambar 1. Bagan Klasifikasi Burung Kacamata dan Ciblek

2.1 Material

Untuk Data Latih dan Data Uji ini didapat dari Internet dari mulai Tanggal 20 Januari 20224, Data Latih dan Data Uji ini berupa data dari Burung Kacamata dan Burung Ciblek, Untuk Data Latih Sendiri Totalnya 50 dan untuk Data Uji sendiri totalnya 30.

2.2 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri warna dilakukan dengan memanfaatkan model warna RGB untuk memisahkan informasi warna dari setiap gambar burung. Kedua, ekstraksi ciri warna menggunakan filter Gabor, yang membantu dalam menangkap informasi tekstur yang mungkin penting untuk klasifikasi. Setelah proses ekstraksi ciri selesai, langkah selanjutnya adalah menggunakan pendekatan RBFNN (Radial Basis Function Neural Network) untuk melakukan klasifikasi. RBFNN adalah jenis jaringan saraf tiruan yang efektif dalam masalah klasifikasi dan pengenalan pola. Data ekstraksi fitur warna dari gambar-gambar burung digunakan sebagai input untuk melatih model RBFNN. Proses pelatihan melibatkan penyesuaian parameter jaringan agar sesuai dengan pola yang terdapat dalam data pelatihan. Setelah proses pelatihan selesai, model RBFNN dapat digunakan untuk membedakan antara burung kacamata dan burung ciblek berdasarkan ciri warna yang diekstraksi.

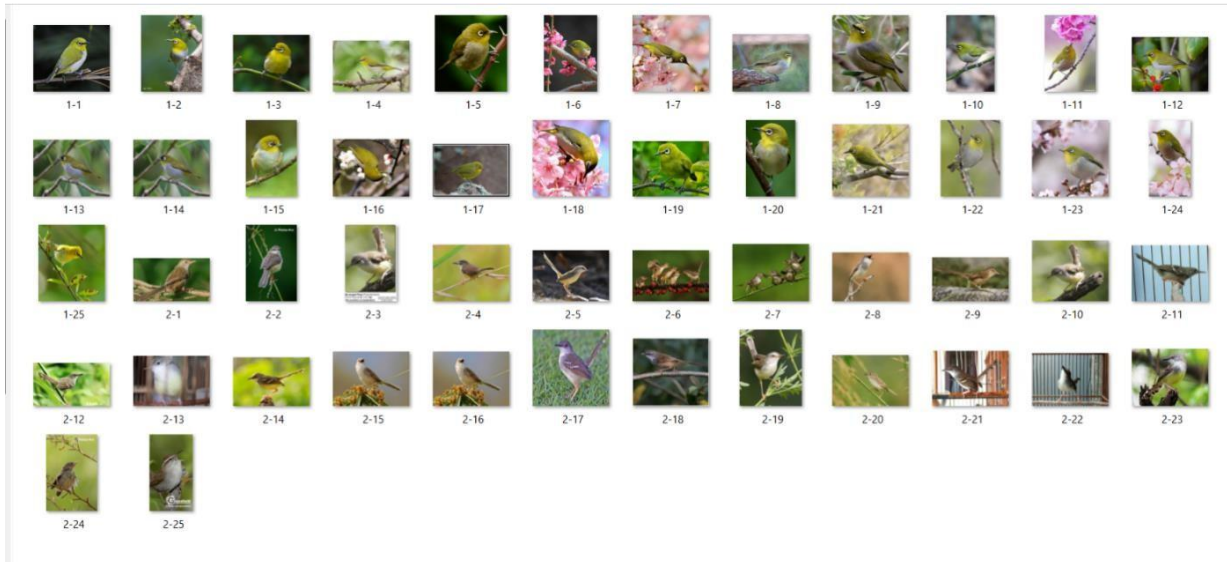
2.3 Membuat Klasifikasi dengan RBFNN

Metode Radial Basis Function Neural Network (RBFNN) merupakan salah satu pendekatan yang efektif dalam klasifikasi data. RBFNN menggunakan fungsi newrb pada program MATLAB, di mana setiap iterasinya akan membentuk satu neuron. Neuron yang memiliki total error terkecil akan diterima sebagai neuron baru. Proses ini dilakukan secara iteratif, di mana jika error jaringan sudah cukup kecil, iterasi dihentikan, namun jika masih cukup besar, akan ditambahkan neuron berikutnya. Jumlah neuron pada lapisan tersembunyi dalam metode newrb tidak selalu sama dengan jumlah vektor input-nya, sehingga tidak semua lapisan input pada data dapat digunakan untuk pemodelan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Material

Untuk Pembentukan Data Latih dan Data Uji Sendiri memakai Gambar yang bisa dikatakan bagus karena gambar tersebut telah teruji, Berikut Adalah Contoh Gambar dari Data Latih dan Uji pada Gambar 3.



a) Data Latih



b) Data Uji

Gambar 2. Gambar Data Latih dan Data Uji

3.2 Ekstraksi ciri

Dalam teknik ekstraksi ciri warna RGB, gambar akan diubah menjadi representasi kode desimal RGB yang tersimpan dalam matriks berukuran sesuai dengan resolusi gambar. Setiap elemen dalam matriks memuat informasi piksel dari gambar dengan nilai antara 0 hingga 255.

Kemudian, nilai rata-rata dari setiap kanal RGB untuk setiap gambar akan dimasukkan ke dalam matriks sebagai data pelatihan. Setiap baris dalam matriks mewakili rata-rata warna RGB, sementara setiap kolom matriks mewakili satu gambar. Berikut Gambar hasilnya

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.4549	0.4627	0.4627	0.4627	0.4627	0.4549	0.4549	0.4471	0.4549	0.4549	0.4627	0.4627
2	0.4392	0.4392	0.4471	0.4471	0.4471	0.4471	0.4392	0.4392	0.4471	0.4471	0.4549	0.4549
3	0.4157	0.4157	0.4235	0.4314	0.4314	0.4314	0.4235	0.4235	0.4314	0.4392	0.4392	0.4471
4	0.4078	0.4078	0.4157	0.4157	0.4235	0.4235	0.4157	0.4157	0.4235	0.4235	0.4314	0.4314
5	0.4078	0.4157	0.4157	0.4235	0.4235	0.4157	0.4157	0.4157	0.4157	0.4157	0.4235	0.4235
6	0.4157	0.4235	0.4235	0.4235	0.4235	0.4157	0.4078	0.4078	0.4078	0.4157	0.4157	0.4235
7	0.4235	0.4235	0.4235	0.4157	0.4157	0.4000	0.3922	0.3922	0.4078	0.4157	0.4157	0.4235
8	0.4235	0.4235	0.4157	0.4157	0.4078	0.3922	0.3843	0.3765	0.4157	0.4157	0.4157	0.4235
9	0.4078	0.4078	0.4078	0.4078	0.4078	0.4078	0.4078	0.4078	0.3922	0.4078	0.4157	0.4157
10	0.3922	0.3922	0.3922	0.3922	0.3922	0.3922	0.3922	0.3922	0.3843	0.3922	0.4078	0.4078
11	0.3765	0.3765	0.3765	0.3765	0.3765	0.3765	0.3765	0.3765	0.3686	0.3843	0.3922	0.4000
12	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3529	0.3686	0.3843	0.3922
13	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3529	0.3686	0.3843	0.3922
14	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3608	0.3765	0.3843	0.3922
15	0.3686	0.3686	0.3686	0.3686	0.3686	0.3686	0.3686	0.3686	0.3686	0.3843	0.3922	0.4000

Gambar 3. Gambar Hasil dari Estrasi Citra RGB, Hasil Matriks ciri warna B

Sementara Filter Gabor, dalam konteks Ini merupakan jenis filter yang dapat meniru sifat-sifat sistem visual manusia dalam mengidentifikasi dan mengekstraksi frekuensi serta orientasi khusus dari gambar. Filter ini digunakan untuk mengisolasi pola-pola visual yang memiliki frekuensi dan arah tertentu dalam citra. Filter ini didasarkan pada fungsi Gabor, yang merupakan fungsi matematis kompleks yang memiliki kemampuan untuk menangkap frekuensi dan orientasi tertentu dalam citra. Berikut merupakan Perintah dari Filter Gabor.

```
% Ekstraksi Ciri menggunakan Filter Gabor
I = rgb2gray(Img_train);
wavelength = 4;
orientation = 90;
mag = imgaborfilt(I, wavelength, orientation);
H = imhist(mag)';
H = H/sum(H);
I = [0:255]/255;
CiriMEAN = mean2(mag);
CiriENT = -H*log2(H+eps)';
CiriVAR = (I-CiriMEAN).^2*H';
```

Gambar 4. Gambar Perintah Filer gabor

3.3 Pembentukan Data Uji dan Target Uji

Data uji terbagi menjadi enam bagian, yang mencakup karakteristik warna merah (CiriR), hijau (CiriG), dan biru (CiriB) dari hasil ekstraksi ciri warna. Sementara itu, untuk filter Gabor, data uji terdiri dari tiga komponen, yakni CiriMean, CiriEnt, dan CiriVar. Berikut adalah Gambar dari perintahnya :

```
% Pembentukan data uji
data_uji(1, n) = CiriR_uji;
data_uji(2, n) = CiriG_uji;
data_uji(3, n) = CiriB_uji;
data_uji(4, n) = CiriMEAN_uji;
data_uji(5, n) = CiriENT_uji;
data_uji(6, n) = CiriVAR_uji;
```

Untuk menetapkan target latihan dalam konteks ini, digunakan representasi biner sebagai output, di mana angka 0 menunjukkan jenis burung kacamata dan angka 1 mengidentifikasi jenis burung ciblek. Berikut adalah contoh perintah untuk menetapkan target latihan:

```
% Pembentukan target uji
target_uji = ones(1, total_images_uji);
```

Hasil dari perintah di atas adalah matrik target seperti pada gambar 6 dimana diasumsikan dengan output 0 menghasilkan burung kacamata dan 1 adalah burung ciblek.

1	2	3	4	5	6	7
1	1	0	1	0	0	1

Gambar 5. Matriks Target

3.4 Membuat Klasifikasi dengan RBFNN

Berikut Merupakan langkah training dengan *Radial Basis Function Neural Network (RBFNN)* dapat dilakukan dengan perintah di bawah ini :

% Parameter untuk pelatihan RBFNN

error_goal = 1e-8;

spread = 1;

K = 5;

Ki = 20;

% Membuat dan melatih model RBFNN

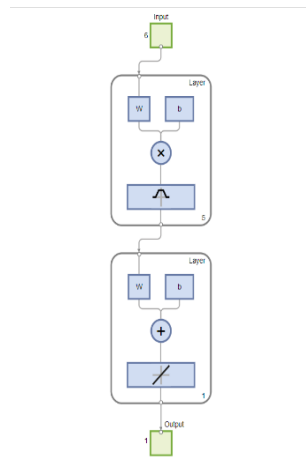
net = newrb(data_latih, target_latih, error_goal, spread, K, Ki);

net.trainFcn = 'traingdx';

[net_keluaran, tr, ~, E] = train(net, data_latih, target_latih);

save net_keluaran net_keluaran

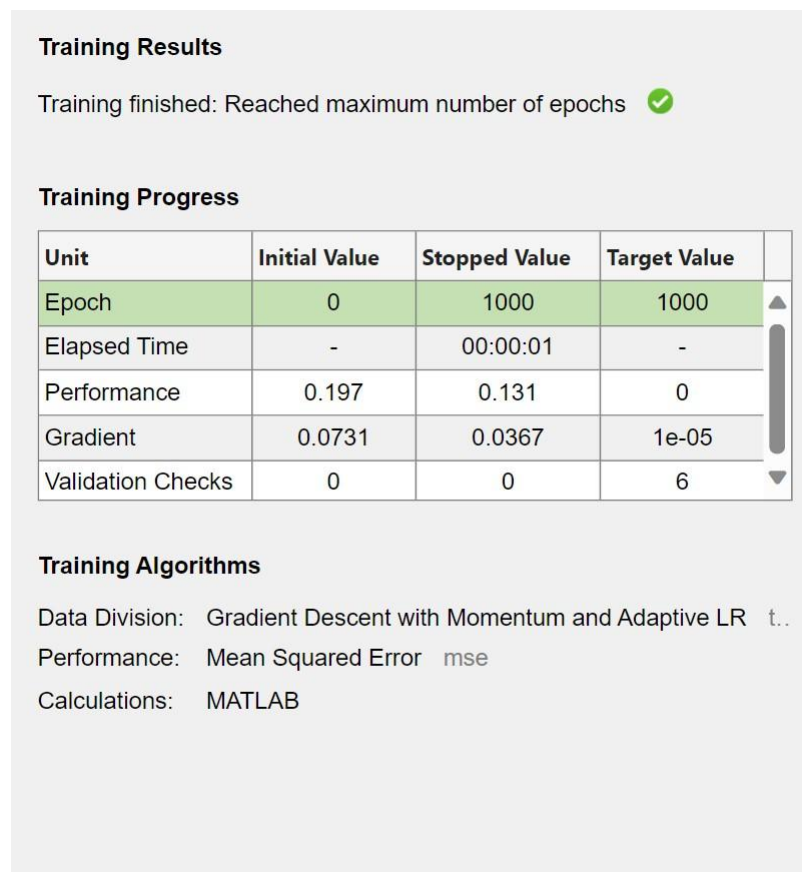
Berikut Adalah Arsitektur RBFNN dari Program ini :



Gambar 6. Arsitektur RBFNN

3.5 Hasil Klasifikasi Data Latih

Berikut adalah Gambar hasil proses training dari RBFNN



Gambar 7. Proses Training Hasil Klasifikasi RBFNN

Bisa kita Lihat bahwa Jumlah *epoch* 1000 iterasi lebih baik , dengan performa 0.197, bisa dikatakan baik tapi belum sempurna karena untuk Data sendiri belum cukup banyak dan harus lebih di olah lagi dengan detail, Untuk hasil klasifikasi sendiri bisa dikatakan berhasil karena Perbandingan antara hasil latihan dan target latihan menunjukkan bahwa nilai 0 secara konsisten diidentifikasi sebagai burung kacamata, sementara nilai 1 diidentifikasi sebagai burung ciblek. Kesesuaian antara target latihan dan hasil latihan pada setiap kolom menegaskan bahwa tidak ada kesalahan dalam proses identifikasi jenis kedua burung antara data latih dan data uji.

3.6 Hasil Akurasi

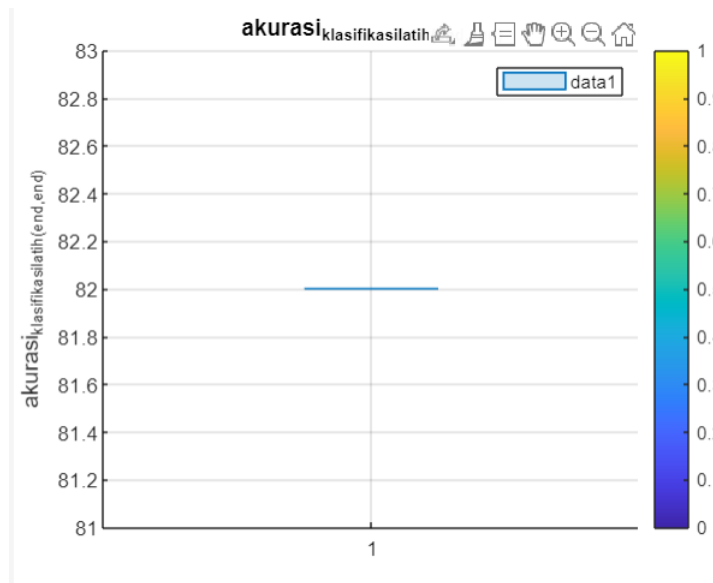
Berikut merupakan hasil perintah yang di jalankan :

```
% Hasil Evaluasi klasifikasi
```

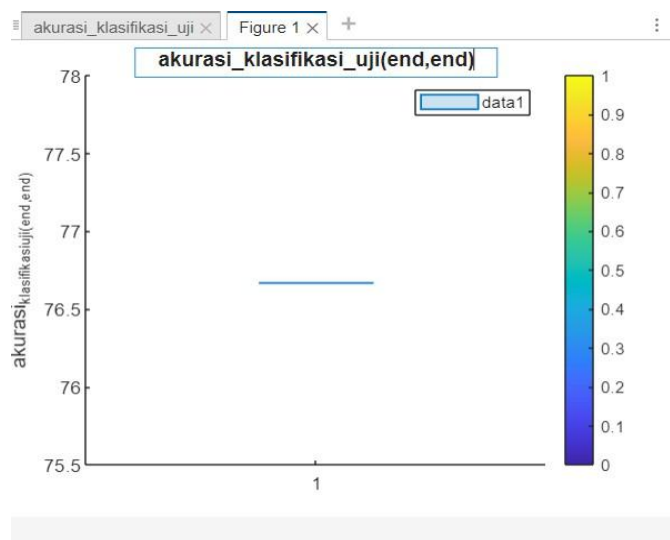
```
conf_matrix_latih = confusionmat(target_latih, kelas_hasil_latih);
```

```
akurasi_klasifikasi_latih = sum(diag(conf_matrix_latih)) / sum(conf_matrix_latih(:)) * 100;
```

Dan ini merupakan gambar Hasil Akurasi klasifikasi Data Latih :



Gambar 9. Hasil Akurasi pembentukan data latih



Gambar 10. Hasil Akurasi pembentukan data latih

Dengan memakai Root Mean Square Error (RMSE) sebagai alat ukur, program ini menunjukkan tingkat ketepatan sebesar 82% pada data latih dan 76.6667% pada data uji. Walaupun demikian, meskipun kinerjanya sudah dapat dianggap baik, namun masih ada beberapa aspek yang perlu diperbaiki untuk mencapai tingkat kesempurnaan yang diharapkan. Terus meningkatkan program akan membantu untuk memastikan bahwa hasilnya lebih mendekati standar yang diinginkan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengusulkan pendekatan inovatif dengan menggunakan metode Radial Basis Function Neural Network (RBFNN) untuk mengklasifikasikan jenis burung berdasarkan karakteristik warna bulu mereka. RBFNN dipilih karena kemampuannya dalam memodelkan pola-pola non-linier dan mengatasi permasalahan klasifikasi pada dataset yang kompleks. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode RBFNN efektif dalam mengklasifikasikan dua jenis burung, yaitu burung kacamata dan burung ciblek, berdasarkan warna bulu mereka. Program ini mencapai tingkat ketepatan sebesar 82% pada data latih dan 76.6667% pada data uji dengan menggunakan Root Mean Square Error (RMSE) sebagai alat ukur. Meskipun kinerjanya sudah cukup baik, masih ada ruang untuk peningkatan agar mencapai tingkat kesempurnaan yang diharapkan. Tingkat akurasi yang tinggi menunjukkan keberhasilan pendekatan ini dalam membedakan kedua jenis burung tersebut. Selain akurasi klasifikasi, penelitian ini juga memberikan wawasan tambahan terkait perbedaan karakteristik antar spesies. Analisis fitur-fitur warna yang signifikan membantu memahami variasi bulu pada burung kacamata dan burung ciblek. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan teknik klasifikasi jenis burung berbasis warna. Informasi ini dapat menjadi landasan untuk pengembangan lebih lanjut dalam pemahaman dan pelestarian biodiversitas burung. Semoga peneliti selanjutnya dapat mengembangkan penelitian ini lebih mendalam dengan mengeksplorasi penambahan fitur-fitur baru, teknik pengolahan data yang lebih canggih, serta perluasan dataset untuk mencakup lebih banyak variasi burung dan warna bulu mereka. Analisis yang lebih mendalam terhadap fitur-fitur warna yang signifikan juga dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang perbedaan antar spesies burung.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rahman, A. Y. (2021). Klasifikasi Citra Burung Lovebird Menggunakan Decision Tree dengan Empat Jenis Evaluasi. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 5(4), 688-696.
- [2] Putra, Y. K., Ahmadi, H., & Suhartini, S. (2019). KOMPARASI ALGORITMA C4. 5 DAN C4. 5 BERBASIS PSO UNTUK PREDIKSI JUMLAH PENGGUNAAN BBM PERBULAN PADA KANTOR DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN KEBERSIHAN KABUPATEN LOMBOK TIMUR. *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, 2(1), 34-42.
- [3] Ma'mun, M. A., & Akbar, M. (2021). Identifikasi Telur Fertil dan Infertil menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Radial Basis Function (RBF) Berdasarkan Citra Tekstur. *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, 1(2), 346-356.
- [4] Hidayati, R., Midyanti, D. M., & Bahri, S. (2018). Klasifikasi bibit tanaman lahan gambut berdasarkan bentuk daun menggunakan metode radial basis function (RBF). *Semnasteknomedia Online*, 6(1), 2-12.
- [5] Borman, R. I., Ahmad, I., & Rahmanto, Y. (2022). Klasifikasi Citra Tanaman Perdu Liar Berkhasiat Obat Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Radial Basis Function. *Bulletin of Informatics and Data Science*, 1(1), 6-13.
- [6] Wahyuningrum, V. (2020). Penerapan Radial Basis Function Neural Network dalam Pengklasifikasian Daerah Tertinggal di Indonesia. *Jurnal Aplikasi Statistika & Komputasi Statistik*, 12(1), 37-54.
- [7] Wibisono, B. A., Widiyanto, D., & Falih, N. (2022, August). Klasifikasi Malware Berdasarkan Fitur API Call dan Android Permissions Menggunakan Radial Basis Function Network. In *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Bidang Ilmu Komputer dan Aplikasinya* (Vol. 3, No. 2, pp. 620-629).
- [8] ARINGG, B. D. (2019). IDENTIFIKASI JENIS BURUNG LOVEBIRD BERDASARKAN WARNA . *simki.unpkediri*, 9. Agusriandi, A., Elihami, E., & Widiawati, W. (2020). Identifikasi bawang merah dan bombay dengan pendekatan radial basis function neural network (RBFNN). *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(4), 1043-1050.
- [9] Aprilia, R. (2021). *Ensiklopedia Klasifikasi Jenis Buah Mangga (Mangifera SPP.) Berbasis Neural Network Skripsi* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Jember).

- [10] Agusriandi, A., Elihami, E., & Widiawati, W. (2020). Identifikasi bawang merah dan bombay dengan pendekatan radial basis function neural network (RBFNN). *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(4), 1043-1050.
- [11] GUSTIA, R. (2020). PENERAPAN RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL NETWORK (RBFNN) UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT KANKER SERVIKS (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- [12] Astuti, Y. P., Subhiyakto, E. R., Wardatunizza, I., & Kartikadarma, E. (2023). Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Jenis Tanah Berbasis Android. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 8(3), 220-225.
- [13] Nuraini, R., Harlena, S., Amalya, F., & Ariestiandy, D. (2023). Klasifikasi Jenis Tanaman Fast Growing Species Menggunakan Algoritma Radial Basis Function Berdasarkan Citra Daun. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 4(4), 2005-2014.