



LAPORAN PENELITIAN KoPSI

"Copcus Class": Penyeleksi Suara Burung Murai Batu Berkualitas dengan Metode Machine Learning

Nama Tim Peneliti

**MUHAMMAD FAJRULFALAQ IZZULFIRDAUSYAH
SURYAPRABANDARU**

DAVIN ELIAN QARIRU

**Bidang Lomba Penelitian
(MST)**

SMA Negeri 7 Yogyakarta

Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta

Tahun 2021

HALAMAN PENGESAHAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fajrulfalaq Izzulfirdausyah Suryaprabandaru
NISN : 0044696860
Jabatan : Ketua Peneliti

Nama : Davin Elian Qariru
NISN : 0043219319
Jabatan : Anggota Peneliti

Dengan ini kami menyatakan bahwa, karya penelitian kami dengan judul "*Copcus Class*": *Penyeleksi Suara Burung Murai Batu Berkualitas dengan Metode Machine Learning* adalah benar-benar hasil karya kami sendiri dan bukan karya milik orang lain.

Tim Peneliti,

Ketua Peneliti



Muhammad Fajrulfalaq
Izzulfirdausyah Suryaprabandaru
NISN 0044696860

Anggota Peneliti



Davin Elian Qariru
NISN 0043219319

Mengetahui,



Kepala Sekolah

Sri Sunardiyanto, M.Pd.

Pembimbing



Akhamad Bagus Nuryanto, S.Si

PERNYATAAN PENELITI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fajrulfalaq Izzulfirdausyah Suryaprabandaru

Tempat/Tanggal Lahir : Klaten / 14 November 2004

NIS : 8296

Asal Sekolah : SMA Negeri 7 Yogyakarta

Dengan ini menyatakan sejujurnya bahwa proposal penelitian saya dengan judul

"Copcus Class": Penyeleksi Suara Burung Murai Batu Berkualitas dengan Metode Machine Learning

bersifat orisinal/bukan plagiasi/belum pernah dikompetisikan dan/atau pernah dikompetisikan tetapi belum mendapat juara/penghargaan di tingkat Nasional/Internasional

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia menerima konsekuensi sesuai aturan KoPSI.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di SMA Negeri 7 Yogyakarta
Pada tanggal, 8 Juni 2021

Mengetahui,



Akhamad Bagus Nuryanto, S.Si

Yang membuat pernyataan



Muhammad Fajrulfalaq
Izzulfirdausyah Suryaprabandaru
NIS 8296

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN PENELITI	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vi
ABSTRAK.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Hipotesis	2
1.5 Manfaat Penelitan	2
1.6 Kebaruan Penelitian.....	2
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	4
2.1 Dasar Teori	4
1. Burung Murai batu.....	4
2. Karakteristik Suara Burung Murai	4
3. Analisis Suara Murai batu.....	4
4. Metode Machine Learning.....	5
5. Frekuensi Dominan.....	6
BAB III METODE PENELITIAN	7
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	7
3.2 Sumber Data, Alat, dan Bahan.....	7
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	7
3.4 Metode Analisis Data.....	8
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	9
4.1 Karakteristik Suara Burung Murai Batu	9
4.2 <i>Train Model Machine Learning</i>	10
4.3 Validasi Suara Burung Murai Batu.....	12
4.4 Pengujian <i>Machine Learning</i>	14
4.5 Uji Korelasi.....	15
4.6 Perencanaan Aplikasi dan Alat Copcus Class.....	16
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	18
5.1 Kesimpulan	18
5.2 Saran	18
UCAPAN TERIMA KASIH.....	19
REFERENSI	20
LAMPIRAN.....	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1: Dominan Frekuensi	6
Gambar 2: Pola Frekuensi Murai Batu Berlevel Bagus (Atas) dan Standar (Bawah) Menggunakan FFT pada <i>Adobe Audition 2021</i>	9
Gambar 3: Grafik Frekuensi Suara Murai Batu	10
Gambar 4: Grafik Intensitas Bunyi Suara Murai Batu	10
Gambar 5: <i>Train Accuracy</i>	11
Gambar 6: <i>Train Loss</i>	11
Gambar 7: Validasi <i>Machine Learning</i>	12
Gambar 8: Grafik Validasi Frekuensi Murai Batu <i>Peak 1</i>	12
Gambar 9: Grafik Validasi Frekuensi Murai Batu <i>Peak 2</i>	12
Gambar 10: Grafik Validasi Frekuensi Murai Batu <i>Peak 3</i>	13
Gambar 11: <i>Confusion Matrix</i> Dataset	13
Gambar 12: <i>Flowchart Machine Learning</i>	14
Gambar 13: Pengujian <i>Machine Learning</i>	15
Gambar 14: Uji Korelasi Anakan Murai Batu Level Bagus dan Dewasa Berkualitas....	16
Gambar 15: Rancangan Aplikasi Copcus Class	16
Gambar 16: Rancangan Alat Copcus Class	17

DAFTAR TABEL

Tabel 1: Penelitian Terdahulu.....	2
Tabel 2: Uji Korelasi Anakan Murai Batu Level Bagus dan Dewasa Berkualitas	8

ABSTRAK

Murai batu adalah salah satu burung yang terkenal diajang perlombaan dengan kicauan yang indah. Dalam penyeleksian bibit murai batu masih menggunakan metode konvensional yang memerlukan waktu lama dan merepotkan. Metode tersebut menyebabkan banyaknya bibit unggul yang tidak terseleksi. Penelitian Copcus Class bertujuan untuk (1) mengetahui karakteristik suara burung murai batu berlevel bagus (berkualitas juara) dan (2) mengetahui cara menentukan bibit burung murai batu berkualitas juara sejak dini.

Penelitian ini dimulai dari proses pembuatan model *machine learning* menggunakan *Google Colaboratory* dan analisis pola suara menggunakan *Adobe Audition 2021*. Selanjutnya mengajarkan pola sampel suara burung murai pada *machine learning*. Sampel suara yang digunakan ialah 36 suara yang terdiri dari suara burung murai anakan dan dewasa. Kemudian pola sampel suara tersebut divalidasi menggunakan *Random Forest* dengan sampel berjumlah 10 suara. Langkah terakhir kita mengujikan Copcus Class dengan 20 suara yang belum teridentifikasi. Hasil yang dikeluarkan dari Copcus Class ialah level suara bagus atau standar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter suara murai batu yang berlevel bagus memiliki pola *peak* frekuensi dan intensitas bunyi sebesar 2.074 ± 80 Hz, $-12,0 \pm 0,3$ dB; 5.918 ± 57 Hz, $-35,0 \pm 1,3$ dB; dan 10.440 ± 37 Hz, $-48,0 \pm 1,1$ dB. Langkah dalam menentukan bibit burung murai batu berkualitas juara sejak dini dimulai dari perekaman suara burung murai batu menggunakan mikrofon pada Copcus Class. Hasil rekaman kemudian dianalisis dengan menggunakan *machine learning* pada sistem Copcus Class. Selanjutnya hasil analisis akan ditampilkan ke dalam layar LCD yang akan menentukan apakah masuk ke dalam level bagus atau masuk level standar.

Kata kunci: Murai batu, *machine learning*, pengenalan pola, suara burung

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia burung kicauan, murai batu sudah tersohor dengan suara yang merdu serta ekor panjangnya yang indah menjadi daya tarik tersendiri. Murai batu merupakan burung asli Indonesia yang berasal dari Sumatera Barat dan Aceh yang harus dilestarikan. Murai batu sudah terkenal di berbagai ajang perlombaan nasional. Keindahan suaranya sebanding dengan harganya yang mahal. Permintaan konsumen burung murai batu juga sangat tinggi, mulai dari kalangan kelas bawah hingga kalangan kelas atas. Burung dengan kualitas suara bagus dijual dengan harga sangat tinggi sedangkan burung dengan suara yang biasa dijual ke pasar burung dengan harga masih relatif tinggi. Mustaqim (2016) menyatakan untuk burung murai batu yang sudah berprestasi pada umumnya akan dihargai minimal seharga 10 juta rupiah per ekor. Untuk anakan murai batu umur 1,5– 2 bulan sendiri berkisar antara 2 – 4 juta rupiah. Proses jual beli burung murai batu dapat dilakukan dengan memesan anakan burung murai batu dimana suara burung murai batu masih belum jelas akan kualitasnya karena belum cukup umur atau masih piyik. Oleh karena itu, untuk mengetahui kualitas suaranya, sangat penting dilakukan seleksi suara dasar burung murai batu yang mulai jelas pada umur 5-7 bulan serta diadakan pertandingan kampung agar dapat mendengar suaranya. Salah satu peternakan yang membudidayakan burung murai batu yaitu Forest Bird Farm.

Saat ini peternak belum bisa menentukan bibit unggul burung murai batu sejak umur 5-7 bulan. Proses pemilihan bibit burung murai batu yang akan dijadikan calon unggul untuk mengikuti perlombaan oleh Forest Bird Farm masih menggunakan metode dengan bantuan tenaga ahli yang tentu saja memerlukan waktu dan tenaga yang banyak. Hasil wawancara dengan Pak Ivan (ahli) dan Pak Doni (pemilik Forest Bird Farm), juga menyatakan hanya sedikit bibit unggul yang dapat terseleksi dengan baik dan cukup sulit penyeleksian untuk menemukan bibit murai batu berkualitas kandidat juara. Hal ini dikarenakan penilaian kualitas suara kicauan burung murai batu masih mengandalkan panca indra yang bersifat kualitatif. Tercatat sebanyak 4 dari 30 burung murai batu yang layak dilombakan. Padahal, masih dimungkinkan terdapat banyak bibit unggulan lain yang tidak terdeteksi. Hal tersebut membuat peternak mendapat kerugian karena burung unggulan yang tidak terdeteksi memungkinkan untuk memiliki nilai jual yang lebih tinggi.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) memudahkan kegiatan manusia, seperti bidang peternakan. Salah satunya, yaitu penggunaan metode FFT untuk mengetahui pola karakteristik berbagai macam suara. Menurut Wahyuni (2020), metode FFT dapat digunakan untuk melihat pola frekuensi dan frekuensi dominan. Oleh karena itu, metode FFT yang dikombinasikan dengan *machine learning* dapat digunakan untuk klasifikasi kualitas suara burung berdasarkan kemiripan karakteristik suara bibit burung dengan kelas burung yang sesuai. Dengan ini kami menggagas ide "*Copcus Class*": *Penyeleksi Suara Burung Murai Batu Berkualitas dengan Metode Machine Learning*. Diharapkan dengan penerapan metode FFT ini dapat menyeleksi suara kicauan burung murai batu yang berkualitas dan memungkinkan adanya bibit unggul yang lain.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik suara burung murai batu berlevel bagus (berkualitas juara)?
2. Bagaimana cara menentukan bibit burung murai batu berkualitas juara sejak dini?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik suara burung murai batu berlevel bagus (berkualitas juara).
2. Mengetahui cara menentukan bibit burung murai batu berkualitas juara sejak dini.

1.4 Hipotesis

Terdapat pola karakteristik suara burung murai batu yang berkualitas.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Untuk peneliti, memberikan wawasan dan menambah pengalaman dalam menerapkan ilmu yang didapat.
2. Untuk peternak dan masyarakat umum, dapat lebih mudah menentukan bibit burung murai batu berkualitas juara sejak dini (5-7 bulan).
3. Untuk instansi, dapat menjadi referensi.

1.6 Kebaruan Penelitian

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Tahun	Metode	Hasil
1	Tedy Gumilang Sejati, dkk	Klasifikasi Suara Burung <i>Lovebird</i> dengan <i>Algoritma Fuzzy Logic</i>	2015	Metode penelitian yang dilakukan preprocessing, ekstraksi ciri, dan klasifikasi. Metode ekstraksi ciri yang digunakan adalah <i>STFT</i> (<i>Short Time Fourier Transform</i>) dengan menganalisis spectrogram serta menggunakan klasifikasi <i>Fuzzy Logic</i> .	Berdasarkan data hasil pengujian, <i>spectrogram</i> memberikan nilai ekstraksi ciri yang cukup akurat dengan waktu komputasi yang terhitung cepat. Hasil dari penelitian ini adalah mendapatkan tingkat akurasi mencapai 92,16% dengan waktu komputasi 0,1886 detik dan kategori MOS baik
2	Laksmi Citra Wahyuni, dkk	<i>Geota Class</i> : Penyeleksi Suara Bibit Burung Perkutut	2020	-Karakteristik tingkat suara berdasarkan kelas frekuensi dominan dianalisis dengan metode FFT dan dikorelasikan	Konsep rancangan penyeleksi bibit burung perkutut dengan nama <i>Geota-class</i> dapat meningkatkan pendapatan mitra yang diperhitungkan secara

				dengan database menggunakan metode korelasi Pearson sehingga diperoleh kemiripan karakteristik suara bibit burung dengan kelas burung yang sesuai. -Sebagai upaya untuk memudahkan mitra dalam pengaplikasian, maka aplikasi software akan dibuat agar dapat diakses kapanpun dan dimanapun menggunakan perangkat yang dapat terhubung ke internet dengan cara mengunggah Software Geota-Class ke dalam website.	konsep dimana balik modal tercapai dengan penjualan satu atau dua burung perkutut seharga Rp5.000.000,00. Pemilihan yang dilakukan dengan adanya rancangan alat dan aplikasi Geota-class juga dapat meningkatkan kepercayaan pembeli terhadap mitra sehingga akan semakin banyak pembeli.
--	--	--	--	--	---

Pada Penelitian "*Copcus Class*": *Penyeleksi Suara Burung Murai batu Berkualitas dengan Metode Machine Learning* terdapat kebaharuan pada beberapa segi diantaranya:

1. Jenis burung yang digunakan penelitian ini adalah burung murai batu (*Copsychus malabaricus*).
2. Menggunakan metode AI (*Artificial Intelligence*) yaitu machine learning pada *Google Colaboratory*.
3. Umur anakan burung murai batu yang digunakan adalah 5-7 bulan berlevel standar dan bagus (berkualitas) dan burung murai batu dewasa berkualitas juara.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

1. Burung Murai Batu

Burung murai batu (*Copsychus malabaricus*) adalah anggota keluarga Turdidae yang berhabitat asli di hutan sekunder. Burung keluarga Turdidae dikenal memiliki kemampuan suara yang baik dan merdu. Suara burung murai batu terkenal sangat merdu dan bervariasi. Bahkan, burung murai batu dikenal sebagai burung penyanyi terbaik di dunia. Selain itu, murai batu juga terkenal dengan aksi bertarungnya yang atraktif dengan tarian ekornya (Gunawan, 2012).

Ukuran tubuhnya sekitar 27 cm dan berat 32 gram. Paruhnya berwarna hitam tipis dan ukuran kepalanya mayoritas bulat (ada beberapa yang berbentuk *ceper* dan sedikit lebih tebal). Panjang ekornya 15-35 cm (tergantung jenisnya). Burung ini memiliki 4 helai ekor primer berwarna hitam dan 8 helai ekor sekunder berwarna putih (ada yang berwarna hitam semua). Total jumlah ekor ada 12 helai. Individu jantan berwarna hitam pekat berkilau indigo dengan warna dada umumnya berwarna jingga (ada beberapa berwarna merah hati) dan individu betina warnanya sedikit lebih pucat dari warna bulu jantan. Ukuran tubuh individu betina sedikit lebih kecil dari individu jantan (Budiono, 2017).

2. Karakteristik Suara Burung Murai Batu

Setiap burung bernyanyi atau burung berkicau memiliki karakteristik dan kualitas suara yang berbeda-beda. Burung kicauan memiliki irama, nada, dan frekuensi yang berulang-ulang (Warsito, 1998). Karakteristik suara murai batu dalam kontes terbagi menjadi dua jenis, suara isian dan suara tembakan. Melalui spectrogram, karakteristik suara yang diemiskan dapat dikenali dan dihitung berdasarkan bentuk dan parameter suara seperti frekuensi gelombang, suara, elemen suara atau silabel, dan durasi suara (Fitri, 2002). Kualitas suara yang baik adalah suara yang empuk (*medium*), tidak *fals*, bersih, tidak parau dan bersuara nyaring (*lantang*). Semakin tinggi nadanya semakin nyaring suara yang dihasilkan dan semakin besar frekuensi yang dihasilkan maka semakin tinggi juga nada yang dihasilkan (Fauzie, 2015).

Mekanisme vokalisasi burung murai terjadi karena adanya aktivitas koordinasi antara proses respirasi, organ vokal utama syrinx dan serangkaian jalur vokalisasi lainnya. Syrinx merupakan organ vokal utama yang berperan dalam memproduksi berbagai karakteristik nyanyian pada burung. (King and Mclelland, 1989). Suara pada burung dihasilkan oleh dua jaringan lembut yang terdapat pada syrinx, yaitu Medial Labia (ML) dan Lateral Labia (LL) yang terletak di kedua sisi syrinx ketika terjadi aliran dari paru-paru (Suthers and Goller, 1996).

3. Analisis Suara Murai Batu

Analisis spektrum warna suara menggunakan algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT) analisis ini digunakan untuk mengetahui keragaman frekuensi yang terkandung dalam suara. FFT merupakan turunan dari persamaan DFT dimana jumlah perhitungan digital pada DFT dapat dikurangi secara signifikan sehingga dengan adanya penemuan FFT maka perhitungan digital terhadap spektrum-spektrum frekuensi dapat diwujudkan secara sederhana dalam implementasinya (Darmayanti, 2017). Dengan metode FFT ini suara pada burung murai dapat diketahui pola dan karakteristik suaranya sehingga dapat dibandingkan dengan suara burung murai yang lain.

Berawal dari DFT-N data,

$$X(n) = \sum_{k=0}^{N-1} x(k) e^{-j2\pi nk/N} \quad (1)$$

Berikutnya, x_k dipilah menjadi genap dan ganjil. Setelah domain waktu dibagi 2, maka domain fungsi juga dibagi 2, menjadi :

$$X(n + N/2) = \sum_{k=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(2k) W_N^{2kn} - W_N^n \sum_{k=0}^{\left(\frac{N}{2}\right)-1} x(2k+1) W_N^{kn} \quad (2)$$

Persamaan (2) merupakan FFT *radix-2 Decimation in Time* (DIT) yang mana *sequence* data dipilah menjadi dua bagian menjadi genap dan ganjil serta menggambarkan gabungan dua DFT-N/2 data. Penggunaan sifat periodik dari fungsi kernel membuat perhitungan lebih efisien karena cukup mengganti tanda operasi.

Dengan cara yang sama, dari DFT-N data dibagi menjadi empat bagian akan mendapatkan FFT *radix-4*. Didapat persamaan FFT *radix-4* adalah:

$$X(n) = \sum_{k=0}^{\left(\frac{N}{4}\right)-1} x(4k) W_N^{4kn} + W_N^n \sum_{k=0}^{\left(\frac{N}{4}\right)-1} x(4k+1) W_N^{4kn} + W_N^{2n} \sum_{k=0}^{\left(\frac{N}{4}\right)-1} x(4k+2) W_N^{4kn} + W_N^{3n} \sum_{k=0}^{\left(\frac{N}{4}\right)-1} x(4k+3) W_N^{4kn} \quad (3)$$

Kemudian domain frekuensi juga dibagi empat. Untuk tingkat radix lebih tinggi dapat dirumuskan dengan cara yang sama, maka didapat

$$X\left(n + \alpha \frac{N}{p}\right) = \sum_{k=0}^{p-1} W_N^{kn} W_p^{k\alpha} \left(\sum_{l=0}^{\frac{N}{p}-1} x(pl + k) W_N^{ln} \right) \quad (4)$$

Dimana:

n = indeks dalam domain frekuensi = $0, 1, 2, \dots, \frac{N}{p} - 1$

$\alpha = 0, 1, 2, \dots, p - 1$

N = banyaknya data

p = jenis radix = 2^m ; $m = 1, 2, 3, \dots$

$k = 0, 1, 2, 3, \dots$

l = indeks dalam domain waktu = $0, 1, 2, \dots, \frac{N}{p} - 1$ (Chu and George, 2000).

4. Metode Machine Learning

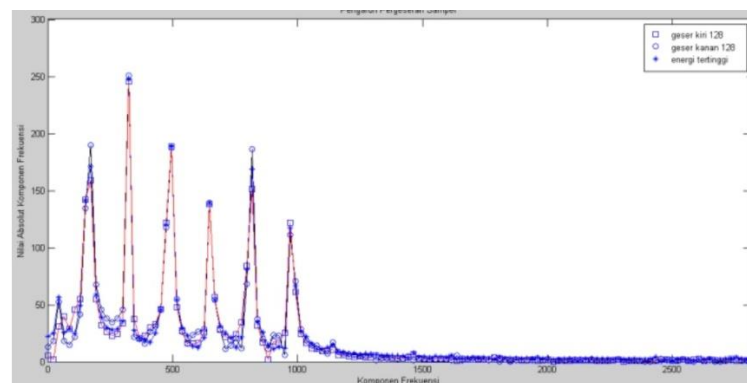
Machine Learning merupakan bidang penelitian dari salah satu cabang ilmu pengetahuan yang menggabungkan gagasan dari beberapa cabang ilmu pengetahuan seperti kecerdasan buatan, statistik, teori informasi, matematika, dll (Andreanus, 2018). *Machine learning* dapat didefinisikan juga sebagai algoritma yang bertujuan untuk menemukan dan mengaplikasikan pola-pola di dalam data (Kusuma, 2020). *Machine learning* digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah, mulai dari robotika, sistem pengenalan, data mining, dan sistem kontrol otomatis, hingga informatika.

Ada beberapa langkah yang harus dijalankan untuk membuat *machine learning*. Pertama, dilakukan pemilihan dan pemisahan data menjadi 3 bagian (*training data*, *validation data*, dan *test data*). Kemudian, pemodelan data, yaitu menggunakan *training data* untuk membangun model menggunakan fitur-fitur yang sesuai dengan tujuan. Selanjutnya, validasi model, yaitu uji model dengan *validation data* untuk mendapatkan *feedback* dari *input*, *process*, dan *ouput* yang digunakan. Kemudian, tes model untuk melihat perbandingan kinerja model yang sudah divalidasi dengan *test data*. Tes model juga digunakan untuk pengaplikasian model yang sudah dilatih untuk membuat prediksi data baru. Selanjutnya, perbaiki kinerja algoritma dengan lebih

banyak data, fitur yang berbeda, dan parameter yang disesuaikan. Kemudian untuk membuat *machine learning*, digunakan *Programming* tradisional, yaitu menggunakan *software engineer* untuk menulis program yang mengajarkan mesin supaya dapat memecahkan masalah. Kemudian, mesin atau komputer mengikuti prosedur yang telah dibuat dan menghasilkan solusi. Terakhir adalah statistik atau metode statistik yang digunakan oleh analis untuk membandingkan hubungan beberapa variabel (Zailani, 2020).

5. Frekuensi Dominan

Frekuensi dominan adalah nilai frekuensi yang kerap muncul pada grafik frekuensi suara. Frekuensi dominan dapat dihitung menggunakan FFT sehingga nilai frekuensi dapat menunjukkan karakteristik dan pola dari suara. Frekuensi dominan terkait dengan analisis grafik pada domain frekuensi. Frekuensi dominan dapat didefinisikan sebagai spektrum frekuensi pada gelombang sinusoidal dalam domain frekuensi dengan *peak* tertinggi atau pada kasus tertentu dapat berhubungan dengan laju sinyal (Ng dan Goldberger, 2007).



Gambar 1: Dominan Frekuensi
(Sen, 2016)

Perbedaan bunyi suara pada umumnya ditentukan oleh perbedaan frekuensi yang dikandungnya. Kombinasi dari frekuensi-frekuensi yang berbeda menghasilkan bunyi suara yang berbeda pula. Oleh karena itu untuk mengenali bunyi suara ucapan dapat didasarkan kepada komponen-komponen frekuensi penyusunnya. Untuk keperluan tersebut diperlukan transformasi yang dapat membawa informasi dari domain waktu ke domain frekuensi. Di dalam domain frekuensi sinyal yang direpresentasikan oleh jumlah tak terhingga dari semua komponen frekuensi dapat dikelompokkan ke dalam dua bagian yaitu kelompok yang dominan dan yang tidak. Besarnya amplitudo masing-masing komponen frekuensi dapat digunakan untuk maksud tersebut. Komponen frekuensi yang memiliki nilai amplitudo besar dapat dimasukkan ke dalam kelompok dominan dan sebaliknya. Gambar 1 menunjukkan bahwa terdapat 6 frekuensi dominan yang dapat dilihat pada tingginya garis pada grafik tersebut (Sen, 2016).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian
Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 1 Juli – 30 September 2021.
2. Tempat Penelitian
 - a. Peternakan Forest Bird Farm di Sleman.
 - b. Lingkungan SMA Negeri 7 Yogyakarta.

3.2 Sumber Data, Alat, dan Bahan

1. Objek Penelitian
 - a. 17 anakan burung nurai batu berlevel bagus dengan ketentuan:
12 untuk dataset (data yang digunakan untuk melatih *machine learning*) dan 5 untuk validasi (proses yang dilakukan untuk memastikan klasifikasi yang dilakukan akurat).
 - b. 17 anakan burung murai batu berlevel standar dengan ketentuan:
12 untuk dataset dan 5 untuk validasi.
 - c. 20 anakan burung murai batu yang belum teridentifikasi (anakan yang dipilih secara acak dan belum diidentifikasi level suaranya)
 - d. 12 burung murai batu dewasa berkualitas juara (Murai batu dewasa yang sudah sering memenangkan perlombaan).
2. Variabel Penelitian
 - a. Variabel Bebas
 - 1) Umur burung (5-7 bulan).
 - 2) Kualitas burung (Memiliki sertifikat).
 - b. Variabel Kontrol
 - 1) Jenis dan anakan burung (murai batu).
 - 2) Lingkungan (*minim noise*).
 - c. Variabel Terikat
 - 1) Spektrum suara atau karakter suara.
3. Alat dan Bahan
 - a. Alat:
 - 1) *Voice recorder*.
 - 2) *Raspberry pi*.
 - 3) *Software* penyeleksi.
 - 4) *Google Colaboratory*.
 - 5) *Software java script*.
 - 6) Aplikasi *blender*.
 - b. Bahan:
 - 1) 17 rekaman suara anakan burung murai batu umur 5-7 bulan berlevel bagus (12 untuk dataset dan 5 untuk validasi).
 - 2) 17 rekaman suara anakan burung murai batu umur 5-7 bulan berlevel standar (12 untuk dataset dan 5 untuk validasi).
 - 3) 20 rekaman suara anakan burung murai batu umur 5-7 bulan yang belum teridentifikasi.
 - 4) 12 rekaman suara burung murai batu dewasa berkualitas juara.

3.3 Metode Pengumpulan Data

1. Observasi
Observasi dilakukan dengan tujuan mencari masalah yang terdapat di Peternakan Forest Bird Farm, mencari petunjuk penyelesaian, menentukan tempat penelitian, wawancara dengan pihak peternakan mengenai penelitian, menentukan instrumen dan waktu penelitian. Setelah melakukan observasi dan menemukan metode

- penyelesaiannya, selanjutnya dilakukan perekaman suara burung murai batu.
2. Prosedur Pengambilan Suara Sampel Pembanding
Perekaman suara dilakukan dengan bantuan dari Pak Doni (pemilik Forest Bird Farm) dan Pak Ivan (ahli yang bersertifikat). Ada beberapa tahap dalam perekaman suara, diantaranya:
 - a. Pengondisian Suara
Pengondisian suara perlu dilakukan saat perekaman supaya tidak terdapat suara lain yang mengganggu. Pengondisian suara dilakukan dengan menjauhkan sampel dari tempat ramai dan menggunakan peralatan yang dapat meredam suara yaitu dengan *mic condensor*.
 - b. Perekaman Suara
Perekaman suara sampel pembanding dilakukan menggunakan alat *voice recorder USB 8GB Plus MP3 Player* dengan kelebihan dalam merekam suara yang cukup lama dan tidak terganggu oleh suara dari lingkungan sekitar. Perekaman dilakukan dengan merekam 17 anakan berlevel bagus dan 17 anakan berlevel standar secara terpisah. Hal ini ditunjukkan sebagai acuan yang akan digunakan dalam pengenalan pola karakteristik suara burung murai batu. Perekaman juga dilakukan dengan merekam 20 anakan *random* (belum teridentifikasi) sebagai sampel pengujian yang memungkinkan adanya karakteristik suara berkualitas dalam penyeleksian dan 12 dewasa berkualitas juara sebagai uji korelasi.

3.4 Metode Analisis Data

Setelah mendapatkan rekaman suara, dilakukan pengolahan data sebagai berikut:

1. Pengenalan Pola Suara
Setelah rekaman suara sampel didapat, dilakukan pengenalan pola karakteristik suara burung murai batu dengan menggunakan FFT pada *platform Google Colabratory* dalam bentuk MP3. Pola yang sudah terpetakan sebagai acuan untuk dijadikan dataset dalam pengelompokan atau pencirian bibit murai berkualitas yang mana akan dimasukkan dalam machine learning. *Machine learning* dibuat sampai akurasi mencapai yang bagus lalu dimasukkan ke dalam *raspberry pi* untuk menjalankan program machine learning yang telah dibuat pada alat Copcus Class.
2. Validasi Suara
Setelah model *machine learning* didapatkan, dilakukan validasi suara dengan pengujian 5 anakan berumur 5-7 bulan berlevel bagus dan 5 anakan berumur 5-7 bulan berlevel standar. Validasi yang dilakukan bertujuan untuk memastikan keakuratan dan kelayakan dari *machine learning* yang dibuat. Ada dua metode yang digunakan, yaitu metode analisis FFT yang digunakan untuk pola frekuensi dan metode pengujian menggunakan *machine learning* untuk memastikan hasil identifikasi *machine learning* sesuai dengan label pada anakan yang sudah diketahui levelnya.
3. Pengujian Suara
Setelah validasi yang dilakukan, *machine learning* kemudian diuji menggunakan rekaman sampel anakan Murai batu yang belum teridentifikasi yaitu pada 20 anakan umur 5-7 bulan dengan tujuan untuk mengetahui pola frekuensi dan klasifikasi level suara dari rekaman sampel 20 anakan umur 5-7 bulan yang belum teridentifikasi. Selain itu, pengujian juga dilakukan untuk mengetahui berapa banyaknya suara berlevel bagus dalam sampel tersebut.
4. Uji Korelasi
Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara pola frekuensi dari anakan burung murai batu berlevel bagus dengan pola frekuensi burung dewasa berkualitas juara.

Tabel 2: Uji Korelasi Anakan Murai Batu Level Bagus dan Dewasa Berkualitas

$y = a + b \cdot x$	Pola frekuensi anakan	Standar Err	Pola frekuensi dewasa	Standar Err
Adj. R-Square				
Intercept				
Slope				

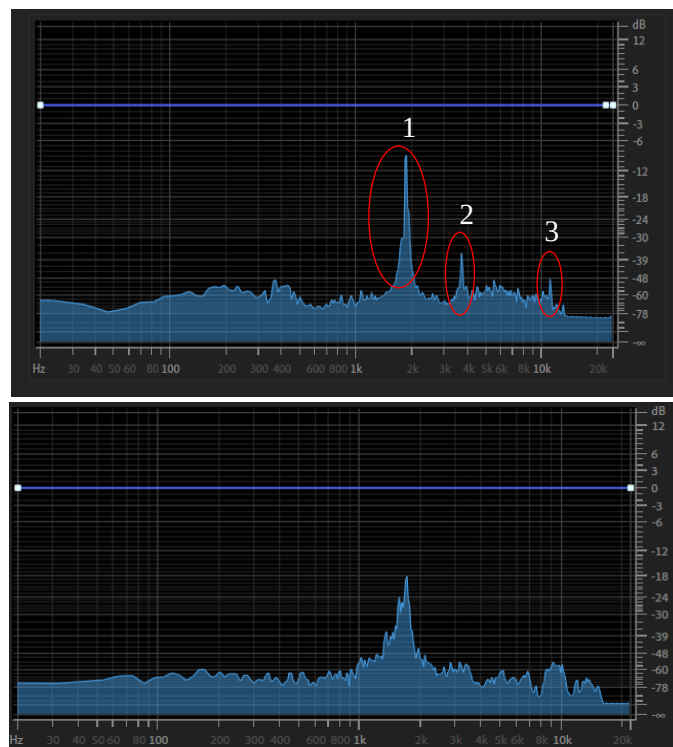
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Suara Burung Murai Batu

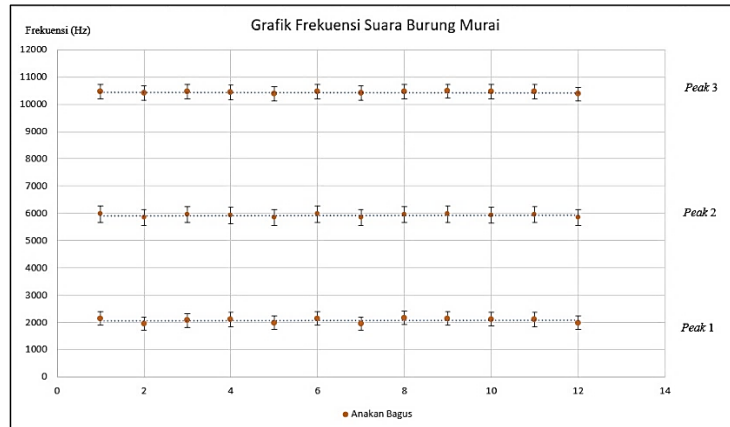
Perekaman suara burung murai batu dilakukan di Peternakan Forest Bird Farm milik Pak Doni di Sleman dengan menggunakan *voice recorder*. Di Peternakan Forest Bird Farm, dilakukan pemilihan burung yang memiliki kriteria suara berlevel bagus dan berlevel standar dengan bantuan dari Pak Ivan sebagai ahli yang sudah bersertifikat. Hasil perekaman didapatkan dengan pengkondisian lingkungan yang bertujuan mengurangi gangguan suara dari luar dan pengoptimalan hasil rekaman menggunakan *voice recorder* yang bertujuan untuk mendapatkan rekaman dengan kualitas rekaman yang bagus. Hasil dari perekaman tersebut kemudian dilabel (bagus dan standar) sesuai kriteria yang sudah ditentukan oleh Pak Ivan. Rekaman suara yang sudah dilabeli kemudian digunakan sebagai dataset (data yang digunakan sebagai bahan ajar untuk mengajarkan sistem) pada *machine learning* yang diolah menggunakan *platform Google Colab* guna mendapatkan model *machine learning* yang sudah di-*train* (pelatihan sistem untuk memecahkan masalah yang dikehendaki) dan memiliki akurasi yang bagus. Dataset yang dimasukkan ke dalam *machine learning*, berjumlah 24 rekaman suara anakan yang terbagi menjadi 2 bagian, yaitu 12 rekaman berlabel bagus dan 12 rekaman berlabel biasa.

Rekaman suara yang sudah dilabeli kemudian dianalisis karakter suaranya guna mengetahui pola suara, frekuensi dominan dan intensitas bunyi menggunakan *software Adobe Audition 2021*. Dari hasil analisis, didapatkan hasil sebagai grafik berikut:

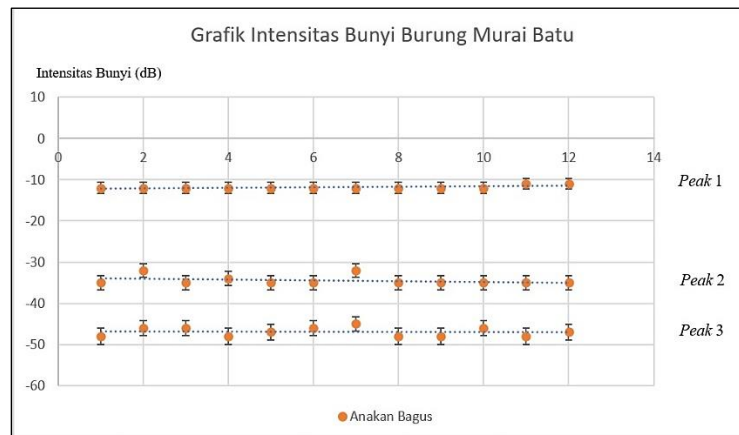


Gambar 2. Pola Frekuensi Murai Batu Berlevel Bagus (Atas) dan Standar (Bawah)
Menggunakan FFT pada *Adobe Audition 2021*

Berdasarkan gambar 2, terdapat tiga *peak* frekuensi dominan dan intensitas bunyi. Berdasarkan hasil analisis FFT dari 12 rekaman suara berlevel bagus, diketahui bahwa terdapat tiga *peak* frekuensi dominan yang sama. Tiga *peak* frekuensi dan intensitas bunyi tersebut menunjukkan pola karakter suara murai batu yang berlevel bagus. Sedangkan pada rekaman berlevel standar tidak terlihat pola karena pada masing-masing sampel yang diuji memiliki jumlah *peak* frekuensi dominan dan intensitas bunyi yang berbeda-beda.



Gambar 3: Grafik Frekuensi Suara Murai Batu



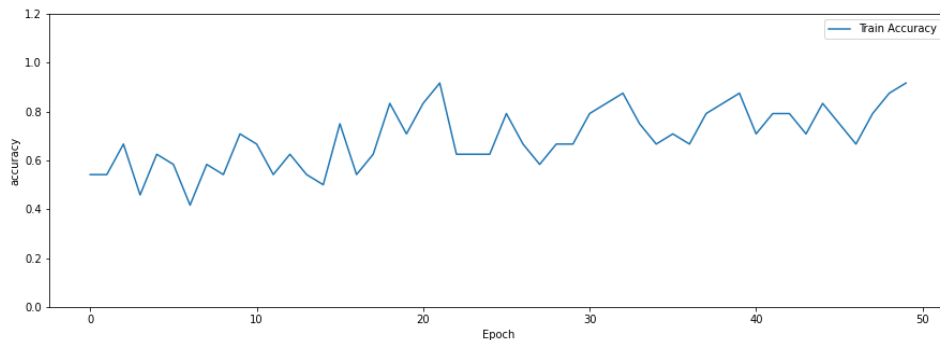
Gambar 4: Grafik Intensitas Bunyi Suara Murai Batu

Berdasarkan gambar 3 dan 4, diketahui bahwa burung murai batu berlevel bagus memiliki pola *peak* frekuensi dan intensitas bunyi sebesar 2.074 ± 80 Hz, $-12,0 \pm 0,3$ dB; 5.918 ± 57 Hz, $-35,0 \pm 1,3$ dB; dan 10.440 ± 37 Hz, $-48,0 \pm 1,1$ dB. Pola tersebut dimiliki oleh burung murai batu yang berlevel bagus dan tidak dimiliki oleh burung murai batu berlevel standar sehingga memiliki keunikan suara tersendiri. Oleh karena itu, suara murai batu berlevel bagus dan berlevel standar dapat diklasifikasi levelnya karena suaranya memiliki pola yang berbeda.

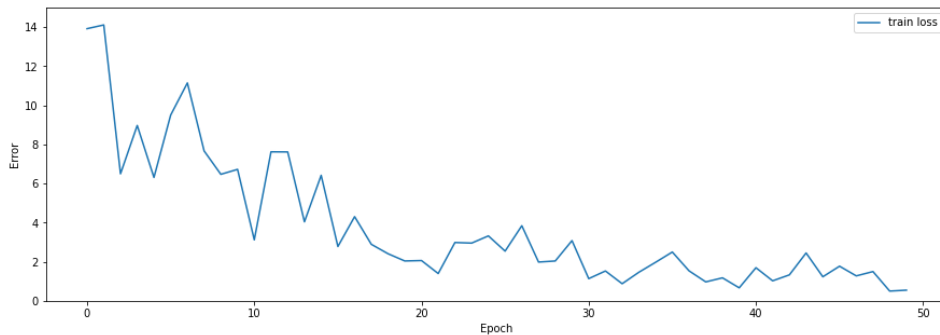
4.2 Train Model Machine Learning

Machine learning merupakan salah satu cabang AI (*Artificial Intelligence*) untuk mengolah data dengan mengajarkan (*train*) dataset yang diberikan kepada mesin dalam jumlah yang besar. AI merupakan kecerdasan buatan yang dapat bekerja dan berpikir layaknya manusia untuk membantu pekerjaan yang sulit diselesaikan. Dalam hal ini, *machine learning* digunakan untuk membuat model AI dengan dataset yang sudah didapatkan. *Train* pemodelan sistem Copcus Class menggunakan *platform Google Colaboratory* yang tersedia di google.

Train pada *machine learning* dilakukan melalui beberapa langkah. Pertama, dataset berupa 24 rekaman suara anakan yang terbagi menjadi 2 bagian, yaitu 12 rekaman berlabel bagus dan 12 rekaman berlabel standar dimasukkan ke dalam *Google Colaboratory* melalui *Google Drive*. Selanjutnya dilakukan *train* model supaya mesin dapat mempelajari dataset yang telah diberikan. *Train* yang dilakukan sebanyak 50 kali. Dari *train* tersebut, didapatkan *train accuracy* yang menunjukkan keakuratan dari mesin tersebut dan *train loss* yang menunjukkan kemungkinan kesalahan dalam mengidentifikasi sampel yang belum diklasifikasi. Kedua nilai tersebut adalah nilai yang berbandik terbalik, dimana jika nilai salah satu semakin tinggi maka yang satunya akan semakin kecil.



Gambar 5: *Train Accuracy*

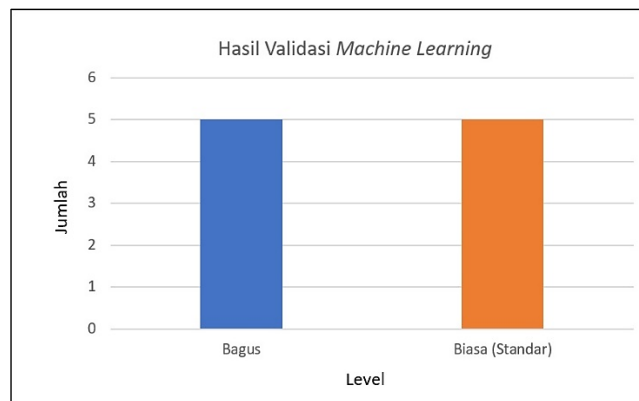


Gambar 6: *Train Loss*

Gambar 5 menunjukkan *train accuracy* yang dimulai dari 45,83% dan nilainya semakin meningkat setiap *train*. Akurasi yang meningkat menunjukkan bahwa model *machine learning* yang dibuat dapat mengidentifikasi dengan lebih baik dan jika menurun akan memiliki kemampuan mengidentifikasi yang buruk. Akurasi akhir yang didapatkan adalah 91,67% yang tergolong cukup bagus untuk mengidentifikasi sampel yang belum diidentifikasi. Gambar 6 menunjukkan *train loss* yang dimulai dari 13,9196 dan nilainya semakin menurun setiap *train*. *Train loss* yang menurun menunjukkan bahwa kemungkinan kesalahan dalam pengidentifikasian menjadi lebih kecil dan jika meningkat akan mengakibatkan kemampuan mengidentifikasi memiliki peluang kesalahan yang besar. *Train loss* akhir yang didapatkan adalah 0,5436 yang tergolong rendah sehingga identifikasi sampel yang dilakukan memiliki keakuratan yang tinggi.

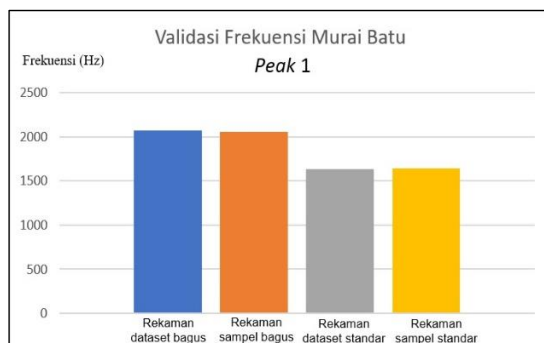
4.3 Validasi Suara Burung Murai Batu

Machine learning yang sudah dilatih memiliki akurasi yang dapat membedakan mana yang berlabel bagus dan mana yang berlabel biasa (standar). Setelah melakukan *train machine learning*, dilakukan validasi suara. Validasi tersebut bertujuan untuk menguji keakuratan dari *machine learning* sehingga dapat diketahui apakah rekaman suara yang sudah diketahui levelnya sesuai dengan klasifikasi yang dilakukan oleh *machine learning*. Validasi suara yang dilakukan menggunakan 10 rekaman suara, yaitu 5 rekaman suara anakan berlevel bagus dan 5 rekaman suara anakan berlevel standar. Rekaman tersebut kemudian diuji ke dalam *machine learning* yang sudah dilatih. Pengujian tersebut menggunakan *platform Google Colaboratory*. Selain itu, validasi dilakukan dengan membandingkan rekaman suara dataset dengan rekaman suara sampel yang sudah diidentifikasi oleh ahli.

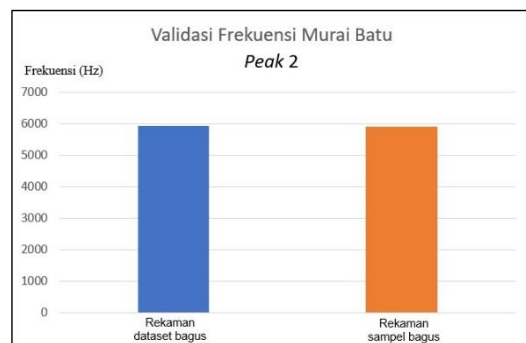


Gambar 7: Validasi *Machine Learning*

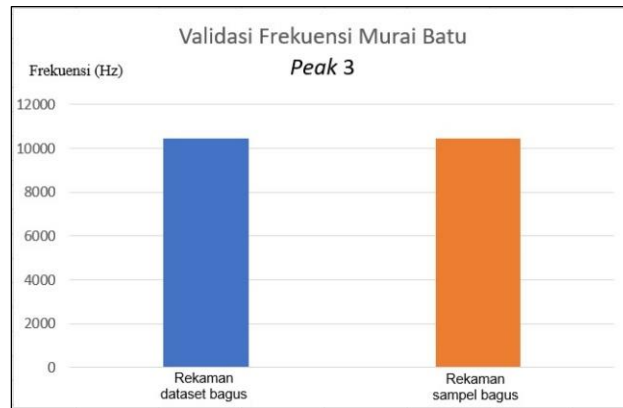
Berdasarkan gambar 7, diketahui bahwa rekaman suara yang sudah diketahui levelnya sesuai dengan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh *machine learning*. Gambar 7 menunjukkan bahwa dari 5 rekaman suara sampel berlevel bagus yang diuji pada *machine learning*, terdapat 5 rekaman suara yang masuk ke dalam kategori level bagus. Sedangkan dari 5 rekaman suara sampel berlevel standar yang diuji oleh *machine learning*, terdapat 5 suara diidentifikasi ke dalam kategori level standar. Hal tersebut menunjukkan bahwa *machine learning* memiliki keakuratan yang bagus, yaitu sebesar 91,67%. Hal tersebut dibuktikan dengan klasifikasi yang akurat. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa *machine learning* dapat digunakan untuk mengidentifikasi suara anakan burung murai batu.



Gambar 8: Grafik Validasi Frekuensi Murai batu
Peak 1



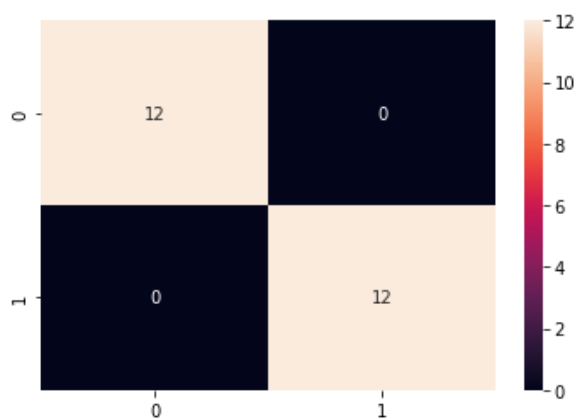
Gambar 9: Grafik Validasi Frekuensi Murai batu
Peak 2



Gambar 10: Grafik Validasi Frekuensi Murai batu *Peak 3*

Berdasarkan Gambar 8, 9, dan 10, dapat diketahui bahwa rekaman dataset berlevel bagus dan rekaman sampel yang sudah diidentifikasi berlevel bagus memiliki pola *peak* frekuensi yang sama. Rekaman suara dataset berlevel bagus pada *peak* pertama, kedua, dan ketiga secara berurutan memiliki nilai *peak* frekuensi (2.074 ± 80 , 5.918 ± 57 , dan 10.440 ± 37) Hz. Sedangkan rekaman suara sampel berlevel bagus *peak* pertama, kedua, dan ketiga secara berurutan memiliki nilai *peak* frekuensi (2.053 ± 75 , 5.906 ± 63 , dan 10.433 ± 40) Hz. Merujuk pada gambar 2, dapat diketahui bahwa rekaman berlevel standar tidak terdapat pola karakter suara. Pada gambar 8, terlihat suara berlevel standar hanya memiliki satu nilai *peak* frekuensi yang acak. Rekaman suara dataset berlevel standar memiliki nilai *peak* frekuensi sebesar 1.634 Hz. Sedangkan rekaman suara sampel yang sudah diidentifikasi berlevel standar memiliki *peak* frekuensi sebesar 1.643 Hz. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pola *peak* frekuensi rekaman dataset berlevel bagus dengan rekaman sampel yang sudah diidentifikasi berlevel bagus memiliki nilai yang relatif sama serta tidak ditemukan pola *peak* frekuensi pada rekaman berlevel standar dengan sampel yang sudah diidentifikasi berlevel standar.

Selain itu, dilakukan validasi dataset dengan menggunakan metode *Random Forest* yang sudah tersedia pada platform *Google Colaboratory* untuk mencari kecocokan antara satu data dengan data yang lain dalam satu kelas sehingga tidak terjadi bias (kesalahan prediksi) pada *machine learning*. Metode *Random Forest* menggunakan library *sklearn*, *processing*, dan *numpy*. Dengan menggunakan library tersebut, didapatkan hasil berupa *confusion matrix* yang menunjukkan kemiripan antara data yang satu dengan data yang lain pada satu kelas di dataset.

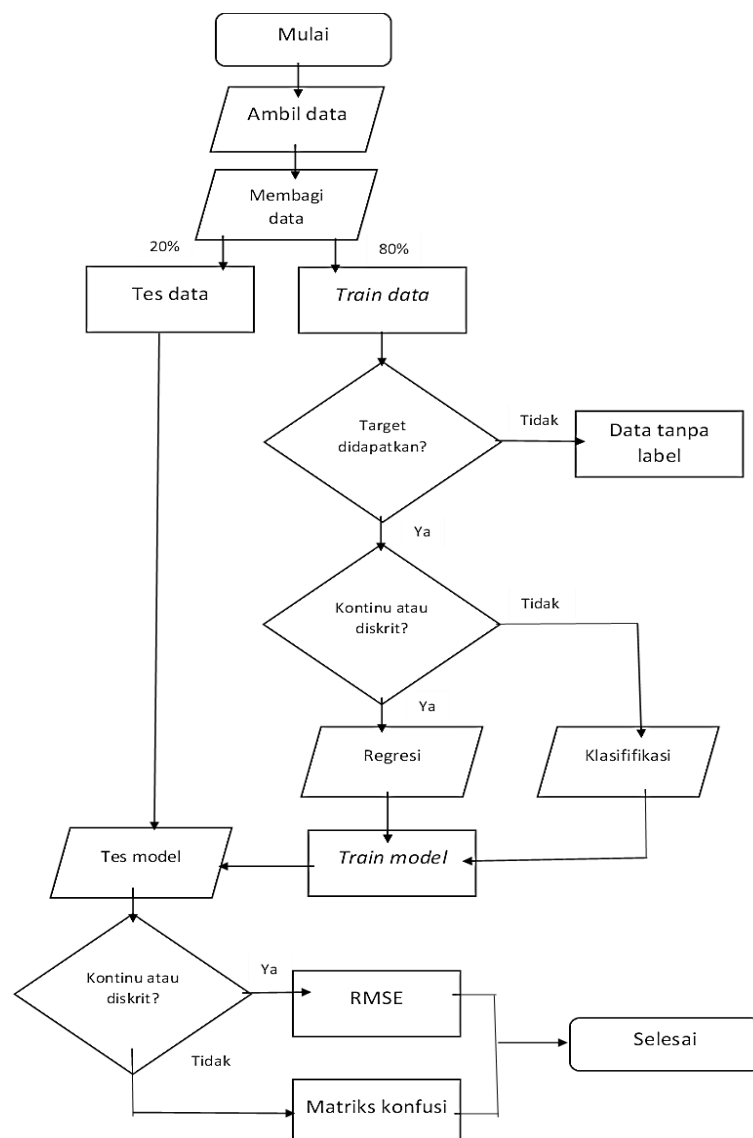


Gambar 11: *Confusion Matrix* Dataset

Berdasarkan gambar 11, diketahui kecocokan rekaman dataset yang satu dengan yang lain dalam satu kelas yang sama. Kotak hitam pojok kanan atas atau *false positive* menunjukkan banyaknya rekaman yang dilabeli bagus tapi tidak cocok dengan rekaman bagus yang lain. Kotak hitam pojok kiri bawah atau *false negative* menunjukkan banyaknya rekaman yang dilabeli standar tapi tidak cocok dengan rekaman standar yang lain. Kotak putih menunjukkan rekaman yang dijadikan dataset memiliki kecocokan satu sama lain dalam satu label. Gambar 11 menunjukkan bahwa dari 12 rekaman berlabel bagus, semua memiliki kecocokan yang sama dan dari 12 rekaman berlabel standar, semua memiliki kecocokan yang sama juga. Oleh karena itu, dataset yang diujikan dapat dikatakan valid.

4.4 Pengujian Machine Learning

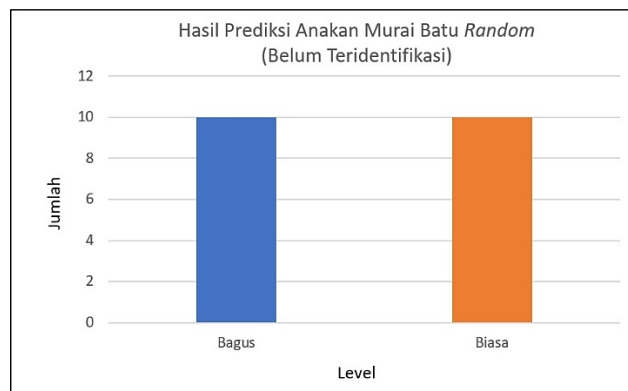
Pengujian dilakukan dengan mengidentifikasi rekaman suara anakan burung murai batu yang belum diketahui level suaranya. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi suara yang belum diketahui levelnya. Rekaman yang digunakan berjumlah 20 rekaman suara yang direkam menggunakan *voice recorder*. Rekaman tersebut diujikan dengan menggunakan *machine learning* yang sudah dibuat pada *platform Google Colaboratory*. Pembuatan model memerlukan beberapa tahap yang harus dilakukan supaya dapat berfungsi.



Gambar 12: Flowchart Machine Learning

Berdasarkan gambar 12, dapat diketahui bahwa pembuatan model *machine learning* diawali dengan pengambilan dan pembagian data, yaitu perekaman suara sampel yang kemudian dilabeli menjadi berlevel bagus dan berlevel standar. Setiap level berisi 17 rekaman. Selanjutnya data dipisah menjadi *train data* atau dataset untuk *train model* dan tes data atau sampel untuk validasi yang digunakan untuk tes model. Selanjutnya *train data* diolah menggunakan beberapa *library* seperti *tensorflow*, *numpy*, *pandas*, *matplotlib*, *os*, *seaborn*, dan *librosa*. Kemudian, dilakukan *train model* dengan jumlah *epoch* (banyaknya pengulangan *train model*) sebanyak 50 kali dan didapatkan akurasi sebesar 91,67% serta *train loss* sebesar 0,5436. Selanjutnya, dilakukan tes model dengan menggunakan sampel rekaman untuk validasi atau tes data yang berjumlah 5 rekaman anakan berlevel bagus dan 5 rekaman anakan berlevel standar. Setelah dilakukan tes model, didapatkan hasil klasifikasi, yaitu terdapat 5 rekaman berlevel bagus dari 5 rekaman berlevel bagus dan 5 rekaman berlevel standar dari 5 rekaman standar. Hasil identifikasi yang dikeluarkan *machine learning* sesuai dengan label yang diklasifikasikan sebelumnya sehingga model *machine learning* yang dibuat dapat dikatakan akurat dan sudah dapat mengidentifikasi sampel yang belum diidentifikasi.

Sampel *random* atau yang belum teridentifikasi kemudian diidentifikasi menggunakan model *machine learning* yang sudah dilatih dan divalidasi. Pada sampel tersebut terdapat 20 rekaman suara yang belum diidentifikasi. Dilihat dari gambar 12, pengujian ini termasuk pada tahap tes model. Jika suara yang dihasilkan memiliki karakteristik yang sesuai dengan dataset yang digunakan untuk *train model*, maka akan keluar hasil klasifikasi sesuai dengan kelas yang paling mendekati karakteristik tersebut.

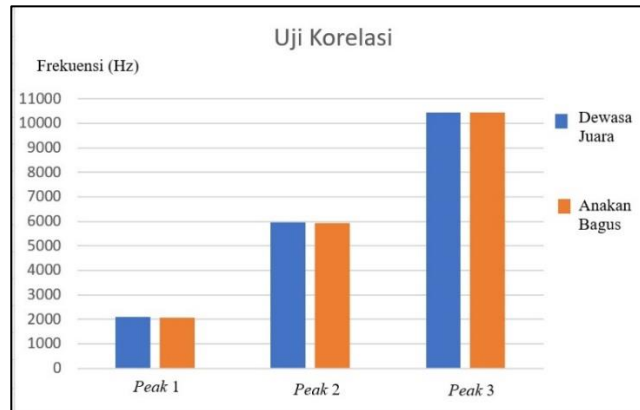


Gambar 13: Pengujian *Machine Learning*

Berdasarkan gambar 13, dapat diketahui bahwa dari 20 anakan burung murai baru yang belum diidentifikasi, terdapat 10 suara anakan berlevel bagus dan 10 suara anakan berlevel standar. Hal tersebut menunjukkan bahwa *machine learning* sudah dapat dijalankan dengan baik sesuai yang diharapkan. Pernyataan tersebut dibuktikan oleh data dari gambar 11 yang dapat membedakan level suara bagus dengan level suara standar dan memiliki nilai akurasi yang tinggi, yaitu 91,67%.

4.5 Uji Korelasi

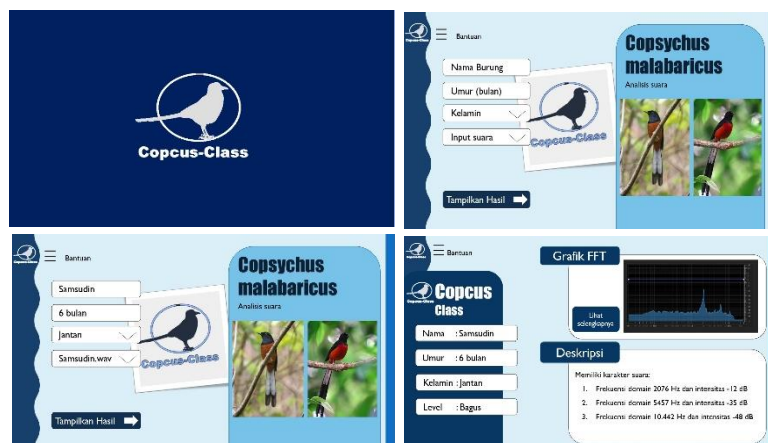
Uji korelasi merupakan proses pengujian yang dilakukan untuk mengetahui hubungan antarvariabel. Uji korelasi Murai batu yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui hubungan antara Murai batu anakan umur 5-7 bulan berlevel bagus dengan Murai batu dewasa berkualitas juara. Rekaman suara yang dibandingkan berjumlah 24, dengan 12 rekaman suara anakan berlevel bagus dan 12 dewasa berkualitas juara. Pengujian ini dilakukan menggunakan FFT pada *Adobe Audition 2021*.



Gambar 14: Uji Korelasi Anakan Murai Batu Level Bagus dan Dewasa Berkualitas

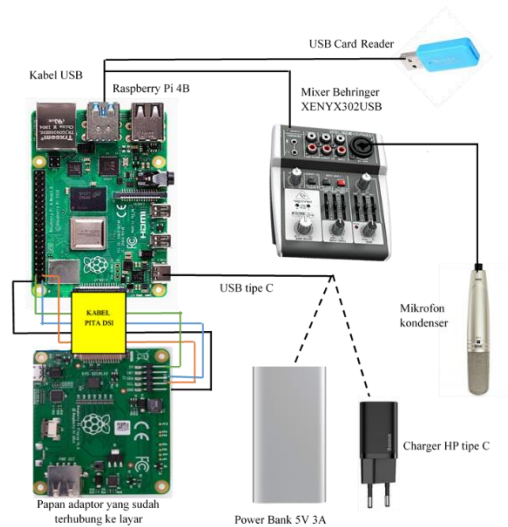
Berdasarkan gambar 14, diketahui bahwa pola *peak* frekuensi anakan murai batu umur 5-7 bulan berlevel bagus dan dewasa berkualitas juara memiliki nilai yang sama. Murai batu dewasa berkualitas juara memiliki nilai *peak* frekuensi pertama, kedua, dan ketiga secara berurutan sebesar $(2.109 \pm 78, 5.945 \pm 40, \text{ dan } 10.452 \pm 34)$ Hz. Sedangkan *peak* frekuensi pertama, kedua, dan ketiga anakan berlevel bagus secara berurutan memiliki nilai sebesar $(2.074 \pm 80, 5.918 \pm 57, \text{ dan } 10.440 \pm 37)$ Hz. Dari data gambar 14, dapat disimpulkan bahwa korelasi suara murai batu anakan umur 5-7 bulan berlevel bagus memiliki nilai *peak* frekuensi yang relatif sama dengan dewasa berkualitas juara. Hal ini menunjukkan bahwa karakter suara anakan umur 5-7 bulan dan dewasa tidak mengalami perubahan.

4.6 Perencanaan Aplikasi dan Alat Copcus Class



Gambar 15: Rancangan Aplikasi Copcus Class

Konsep aplikasi Copcus Class adalah membandingkan suara bibit burung murai batu sampel terhadap suara burung murai “dataset” yang ada pada aplikasi Copcus Class. Pengujian yang dilakukan membagi menjadi dua level yang berbeda yaitu berlevel bagus dan standar. Pada tampilan awal aplikasi terdapat logo Copcus Class. Setelah masuk *home*, terdapat fitur (nama, umur, kelamin, dan input suara) yang mana akan diisi. Selanjutnya terdapat tombol “tampilkan hasil” yang mana akan menampilkan hasil analisis dari suara sampel yang diujikan. Hasil dari aplikasi Copcus Class menunjukkan level suara, grafik pola suara, dan deskripsi suara. Sebagai upaya untuk memudahkan dalam pengaplikasian, maka aplikasi dibuat agar dapat diakses kapanpun dan dimanapun menggunakan perangkat yang dapat terhubung ke internet dengan cara mengunggah aplikasi Copcus Class ke dalam website.



Gambar 16: Rancangan Alat Copcus Class

Konsep alat Copcus Class adalah menyelesaikan permasalahan penentuan bibit unggul burung murai batu yang divisualisasikan dalam bentuk 3D. Konsep alat yang dirancang yaitu *portable* atau mudah dibawa. Sumber listrik yang digunakan pada alat ini berupa *port USB Type C* yang mana didapat dari power bank ataupun adaptor (*charger HP*). Konsep selanjutnya alat ini dapat meminimalisir *error* dengan penambahan *mixer* dan terdapat penggunaan *microphone condenser* untuk memfilter *noise*, serta mudah untuk diaplikasikan.

Setelah mengetahui konsep alat Copcus Class yang ingin digunakan, selanjutnya adalah membuat rancangan set up alat. Rancangan dimulai dari papan adaptor yang sudah terhubung ke dalam layar aplikasi Copcus Class dan disambungkan pada *raspberry pi* yang berfungsi untuk menjalankan program *machine learning* yang telah dibuat pada alat Copcus Class. Pada *raspberry pi* ini terdapat sambungan untuk *Power bank* dengan kabel USB Type C dan sambungan untuk USB Card Reader dengan kabel USB. Pada kabel USB juga tersambung alat *Mixer Behringer XENYX302USB* yang berfungsi untuk mencampur beberapa sumber suara menjadi 1 atau 2 output suara sehingga hasil pencampuran suara tadi dapat terseleksi menjadi lebih baik didengar dan memiliki harmonisasi suara. Kemudian pada *Mixer Behringer XENYX302USB* disambungkan mikrofon kondenser menggunakan kabel *XLR Male to Female* untuk merekam suara pada burung murai batu.

Cara kerja alat Copcus Class dimulai dengan perekaman suara burung murai batu yang akan diuji kualitas suaranya. Selanjutnya, suara akan disimpan pada sistem Copcus Class dan secara otomatis terinput pada aplikasi Copcus Class yang ditampilkan pada layar monitor. Setelah suara terinput, fitur (nama, umur, dan kelamin) diisi dengan kriteria yang sesuai pada burung murai yang akan diuji. Ketika tombol “tampilkan hasil” ditekan, suara akan mulai dianalisis oleh sistem dan layar akan menampilkan hasil analisis berupa grafik FFT, level suara, dan deskripsi pola suara.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Burung murai batu berlevel bagus memiliki pola *peak* frekuensi dan intensitas bunyi sebesar 2.074 ± 80 Hz, $-12,0 \pm 0,3$ dB; 5.918 ± 57 Hz, $-35,0 \pm 1,3$ dB; dan 10.440 ± 37 Hz, $-48,0 \pm 1,1$ dB. Sedangkan pada burung murai batu berlevel standar tidak ditemukan pola.
2. Langkah dalam menentukan bibit burung murai batu berkualitas juara sejak dini dimulai dari perekaman suara burung murai batu menggunakan mikrofon pada Copcus Class. Hasil rekaman kemudian dianalisis dengan menggunakan *machine learning* pada sistem Copcus Class. Selanjutnya hasil analisis akan ditampilkan ke dalam layar LCD yang akan menentukan apakah masuk ke dalam level bagus atau masuk level standar.

5.2 Saran

1. Data hasil pengujian diteruskan ke dalam *cloud* database Copcus Class.
2. Data sampel yang digunakan lebih banyak lagi.
3. Pengaplikasian pada peternak dan pembuatan buku panduan pemakaian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan Semesta Alam yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul *“Copcus Class”: Penyeleksi Suara Burung Murai Batu Berkualitas dengan Metode Machine Learning*. Penyelesaian penulisan laporan penelitian ini tidak terlepas dari pihak-pihak yang telah membantu penulis. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Sri, Sunardiyanto, M.Pd. selaku Kepala Sekolah SMA Negeri 7 Yogyakarta beserta seluruh staf dan guru atas fasilitas dan bantuannya untuk memperlancar laporan hasil penelitian.
2. Akhmad Bagus Nuryanto, S.Si. selaku Pembimbing penelitian yang telah membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Eko David Kurniawan selaku mentor yang telah membimbing dan memberikan arahan untuk memperlancar laporan penelitian.
4. Semua pihak Sagasitas, keluarga, dan teman yang telah memberikan motivasi, dukungan, dan doa dalam menyelesaikan laporan hasil penelitian ini.

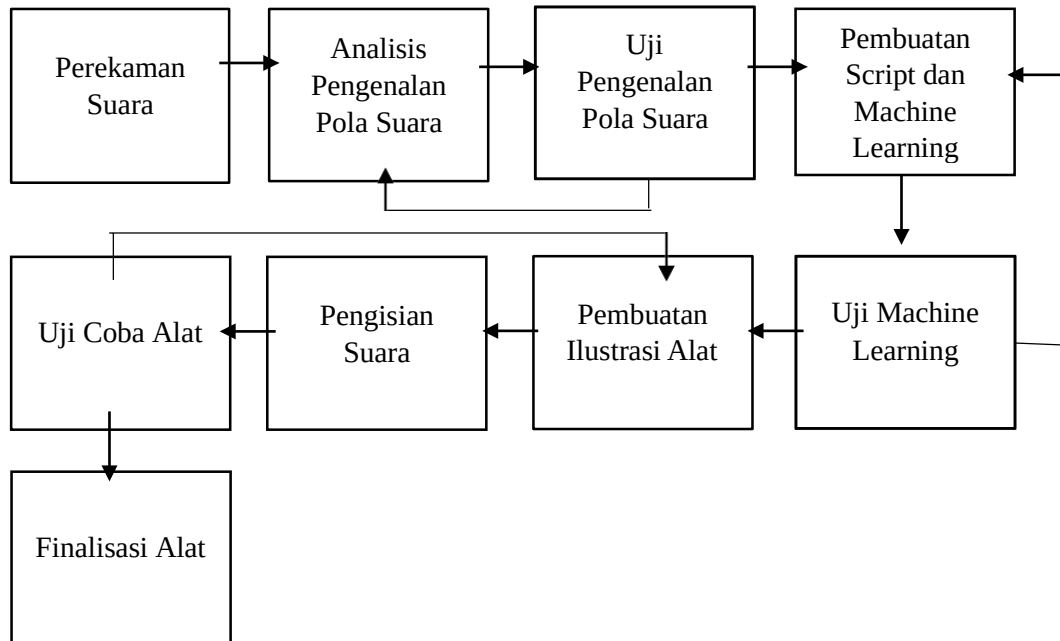
Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih belum sempurna dan memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang peduli terhadap kemajuan ilmu pengetahuan dan dunia pendidikan, terutama pertanian. Aamiin.
Wassalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarokatuh.

REFERENSI

- Andreanus, Jeky & Ade Kurniawan. 2018. Sejarah, Teori Dasar dan Penerapan Reinforcement Learning: Sebuah Tinjauan Pustaka. *Jurnal Telematika*, 12 (2): 113-118.
- Budiono, Aris Nugroho. 2017. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Burung Murai batu Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 1(1), 680-686.
- Chu & George. 2000. *Inside the Fast Fourier Transform Black Box: Serial and Parallel FFT Algorithms*. Ontario, Canada.
- Darmayanti, Purtri. 2017. *Pintu Otomatis dengan Perintah Suara Berbasis Fast Fourier Transform (FFT) Menggunakan Labview*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Fauzie, Maizura. 2015. *Penilaian Kualitas Suara Burung Murai batu yang Diperlombakan di Banda Aceh Berdasarkan Frekuensi Gelombang Suara*. Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Fitri, L. L. 2002. *Panduan Singkat Perekaman dan Analisa Suara Burung*. Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Bandung.
- Gunawan, H. 2012. *Rahasia Memasterkan Murai batu Siap Menjadi Jawara Kontes*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- King, A. S., 1989. *Functional anatomy of the syrinx*. Pages 105–192 in: *Form and Function in Birds*. Vol. 4. A. S. King and J. McLelland, ed. Academic Press, London, UK.
- Kusuma, Purba Baru. 2020. *Machine Learning Teori, Program, dan Studi Kasus*. Sleman: CV Budi Utama.
- Mustaqim, Edo, dkk. 2016. Karakteristik Sifat Kualitatif Induk Murai batu (*Copsychus Malabaricus*) Siap Produksi. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 4 (3): 204-210, Agustus 2016.
- Ng, Jason & Jeffrey Goldberger. 2007. *Understanding and Interpreting Dominant Frequency Analysis of AF Electograms*. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, 18 (6), 680-685.
- Sejati, Tedy Gumilang, dkk. 2015. Klasifikasi Suara Burung Lovebird Dengan Algoritma Fuzzy Logic. *E-Proceeding of Engineering*, 2 (2), 3172-3178. ISSN : 2355-9365.
- Seng, Tjong Wan. 2016. Frekuensi Dominan dalam Vokal Bahasa Indonesia. *IT For Society*, 1 (2), 1-6.
- Suthers, R.A. & F. Goller, 1996. *Respiratory and syringeal dynamics of song production in northern cardinals*. In: M. Burrows, T. Matheson, P. Newland & H. Schuppe (Eds): *Nervous Systems and Behaviour. Proceedings of the 4th International Congress of Neuroethology*: 333. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- Warsito, A. 1998. *Mengenal Aneka Jenis Burung Penyanyi*. Surabaya: Trubus Agrisarana.
- Wahyuni, Laksmi Citra, dkk. 2020. *Geota-Class: Penyeleksi Suara Bibit Burung Perhutut*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Zailani, Achmad U, dkk. 2020. Pengenalan Sejak Dini Siswa SMP Tentang Machine Learning untuk Klasifikasi Gambar dalam Menghadapi Revolusi 4.0. *KOMMAS: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 1 (1), 7-15.

LAMPIRAN

Peta Pikiran



Wawancara dengan Pemilik Peternakan Burung Murai



Foto Peternakan Burung Murai batu



Kegiatan Penelitian



Sertifikat Ahli Burung Murai Batu



Grafik Pola Frekuensi Anakan Bagus (Berkualitas Juara)



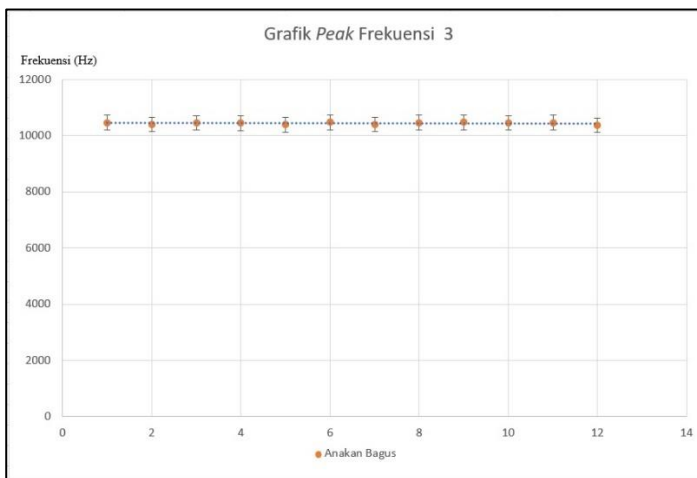
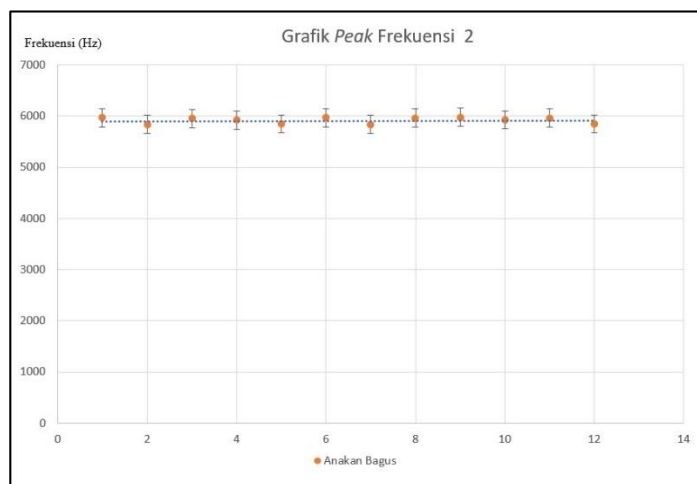
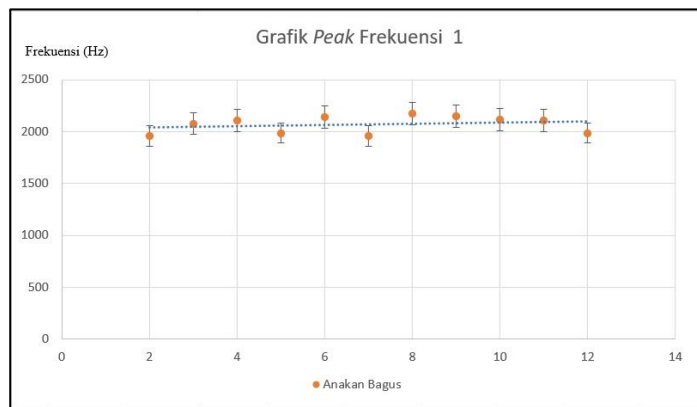
Grafik Pola Frekuensi Anakan Biasa (Standar)



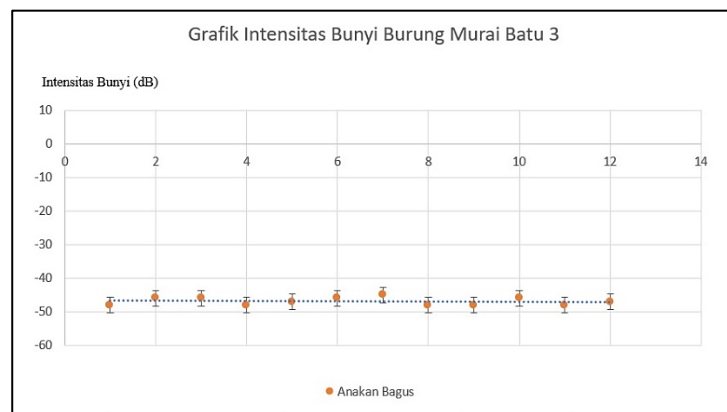
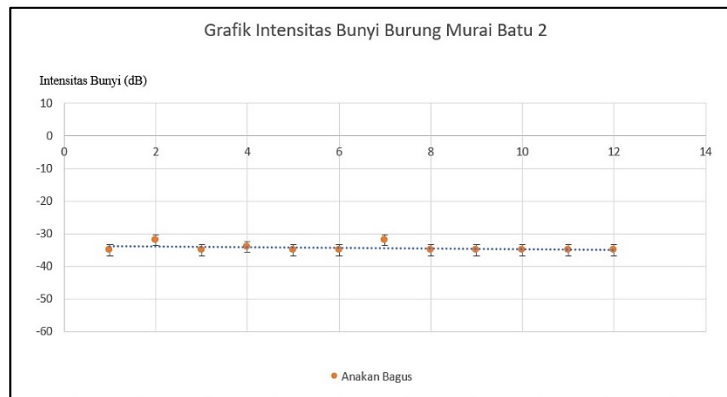
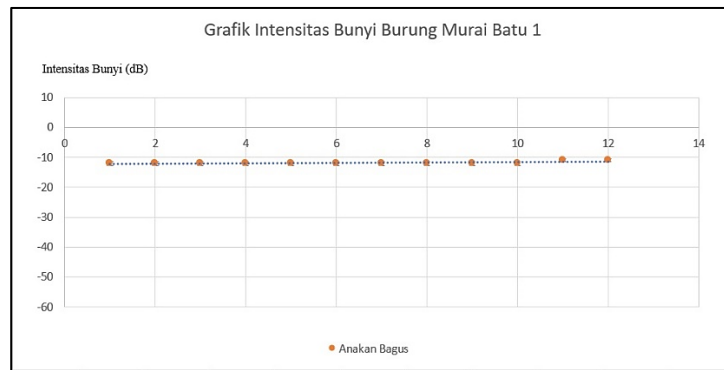
Grafik Pola Frekuensi Dewasa Berkualitas Juara



Grafik Frekuensi Anakan Burung Murai Bagus



Grafik Intensitas Bunyi Anakan Burung Murai Batu Bagus



Program Machine Learning Copcus Class

```

Start by connecting gdrive into the google colab
from google.colab import drive
drive.mount('/content/gdrive')

Mounted at /content/gdrive

[ ] # Import dependencies
import os
import cv2
import h5py
import dlib
import math
import numpy as np
import tensorflow as tf
import pandas as pd
from pathlib import Path
from tensorflow.keras.models import Model, load_model
from tensorflow.keras.layers import Dense, Input
from tensorflow.keras.losses import categorical_crossentropy
from tensorflow.keras.callbacks import ModelCheckpoint
from tensorflow.keras.optimizers import Adam
# from google.colab import drive
import matplotlib.pyplot as plt

[ ] # akses training data
# drive.mount("/content/gdrive")
directory = '/content/gdrive/MyDrive/Dataset/Manuk'

[ ] import pandas as pd

[ ] import pandas as pd

[ ] murai = data(directory)

[ ] murai_data = murai.dataframe()

[ ] murai_data

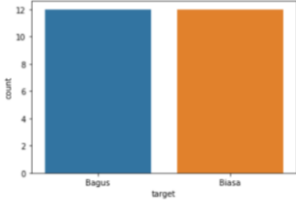
[ ] murai_data.target.unique()

array(['Bagus', 'Biasa'], dtype=object)

import seaborn as sns
sns.countplot(murai_data.target)

/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/seaborn/_decorators.py:43: FutureWarning: Pass the following variable as a keyword arg: x. From version 0.12, the only valid positional argument
<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7f232520ce10>

```



```

[ ] import numpy as np

[ ] unique, count = np.unique(murai_data.target, return_counts=True)
target_unique = {k:v for (k,v) in zip(unique, count)}
target_unique

{'Bagus': 12, 'Biasa': 12}

```

preprocessing

```

[ ] import glob
import librosa
import librosa.display

import struct

class WavFileHelper():

    def read_file_properties(self, filename):

        wave_file = open(filename, "rb")

        riff = wave_file.read(12)
        fmt = wave_file.read(36)

        num_channels_string = fmt[10:12]
        num_channels = struct.unpack('<H', num_channels_string)[0]

        sample_rate_string = fmt[12:16]
        sample_rate = struct.unpack('<I', sample_rate_string)[0]

        bit_depth_string = fmt[22:24]
        bit_depth = struct.unpack('<H', bit_depth_string)[0]

        return (num_channels, sample_rate, bit_depth)

wavfilehelper = WavFileHelper()

audiodata = []
for index, row in murai_data.iterrows():

    file_name = row['sound']
    data = wavfilehelper.read_file_properties(file_name)
    audiodata.append(data)

# Convert into a Panda dataframe
audiodef = pd.DataFrame(audiodata, columns=['num_channels', 'sample_rate', 'bit_depth'])

[ ] audiodef

```

	num_channels	sample_rate	bit_depth
0	80	1866928700	25954
1	80	1866928700	25954
2	80	1866928700	25954
3	80	1866928700	25954
4	80	1866928700	25954
5	80	1866928700	25954
6	80	1866928700	25954
7	80	1866928700	25954
8	80	1866928700	25954
9	80	1866928700	25954

[illegible]

▼ ANN

[] yy

```

import tensorflow as tf

import numpy as np
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense, Dropout, Activation, Flatten
from tensorflow.keras.layers import Convolution2D, conv2D, MaxPooling2D, GlobalAveragePooling2D
from tensorflow.keras.optimizers import Adam
from sklearn import metrics

num_rows = 48
num_columns = 1
num_channels = 1

X_train = X.reshape(X.shape[0], num_rows, num_channels)

num_labels = yy.shape[1]
filter_size = 2

# Construct model
model=Sequential()
##first layer
model.add(Dense(100,input_shape=(48,)))
model.add(Activation('relu'))
model.add(Dropout(0.5))
##second layer
model.add(Dense(100))
model.add(Activation('relu'))
model.add(Dropout(0.5))
##third layer
model.add(Dense(100))

```

```
from sklearn import metrics

num_rows = 40
num_columns = 1
num_channels = 1

X_train = X.reshape(X.shape[0], num_rows, num_channels)

num_labels = yy.shape[1]
filter_size = 2

# Construct model
model=Sequential()
###first layer
model.add(Dense(100,input_shape=(40,)))
model.add(Activation('relu'))
model.add(Dropout(0.5))
###second layer
model.add(Dense(200))
model.add(Activation('relu'))
model.add(Dropout(0.5))
###third layer
model.add(Dense(100))
model.add(Activation('relu'))
model.add(Dropout(0.5))

###final layer
model.add(Dense(num_labels))
model.add(Activation('sigmoid'))
```

30

```
[ ] # Calculate training accuracy
history = model.fit(X, yy, batch_size=2, epochs=50, verbose=1)
```

```
[ ] featuresdf.feature[0].reshape(-1,40)
```

```
array([[ -1.8861613e+02,  4.5156502e+01, -5.5101871e+01,  4.2529896e+01,
        -6.2442746e+00,  1.4092880e+01,  1.2040912e+00,  2.2696503e+01,
        -5.3658619e+00,  7.1851583e+00, -9.7557535e+00,  4.3674917e+00,
        2.2196660e+00,  2.2506537e+00, -3.4022093e+00,  2.5743184e+00,
        -9.9712143e+00,  1.0182071e-01, -5.7722459e+00,  1.9676669e+00,
        -4.4001541e+00, -3.2787781e+00, -4.7455277e+00, -1.0652769e+00,
        -7.0344262e+00, -5.3898495e-01, -2.7491002e+00, -2.0692480e+00,
        -4.4032059e+00, -8.1388900e-01, -5.3701711e+00, -2.5101280e+00,
        -2.4879117e+00, -3.7751159e-01, -5.0465590e-01, -9.3789053e-01,
        -2.2095740e+00,  1.5140235e+00,  3.2616735e+00, -1.3568403e+00]],
      dtype=float32)
```

```
result = model.predict(X)
```

```
[ ] import matplotlib.pyplot as plt
```

```
[ ] # Menampilkan nilai error selama pelatihan
hist = pd.DataFrame(history.history)
hist['epoch'] = history.epoch
hist.tail()
```

```
def plot_history(history):
    hist = pd.DataFrame(history.history)
    hist['epoch'] = history.epoch
    plt.figure(figsize=(10,5))
    plt.xlabel('Epoch')
    plt.ylabel('Error')
    plt.plot(hist['epoch'], hist['loss'],
             label='train loss')
    plt.ylim([0,15])
    plt.legend()

    plt.figure(figsize=(10,5))
    plt.xlabel('Epoch')
    plt.ylabel('accuracy')
    plt.plot(hist['epoch'], hist['accuracy'],
             label='Train Accuracy')
    plt.ylim([0,1.2])
    plt.legend()

plt.show()
plot_history(history)
```

Random Forest

```
np.array(featuresdf.feature.tolist()).shape
```

```
(24, 40)
```

```
[ ] X = np.array(featuresdf.feature.tolist())
y = np.array(featuresdf.class_label.tolist())
```

```
[ ] #Encode labels from text to integers.
from sklearn import preprocessing
le = preprocessing.LabelEncoder()
le.fit(y)
labels_encoded = le.transform(y)
```

```
[ ] labels_encoded
```

```
array([0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1])
```

```
[ ] from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
RF_model = RandomForestClassifier()
RF_model.fit(X, labels_encoded)
```

```
RandomForestClassifier(bootstrap=True, ccp_alpha=0.0, class_weight=None,
                        criterion='gini', max_depth=None, max_features='auto',
                        max_leaf_nodes=None, max_samples=None,
                        min_impurity_decrease=0.0, min_impurity_split=None,
                        min_samples_leaf=1, min_samples_split=2,
                        min_weight_fraction_leaf=0.0, n_estimators=100,
                        n_jobs=None, oob_score=False, random_state=None,
                        verbose=0, warm_start=False)
```

```
[ ] RF_model.score(X, labels_encoded)
```

```
1.0
```

```
[ ] prediction_RF = RF_model.predict(X)
#Inverse le transform to get original label back.
prediction_RF = le.inverse_transform(prediction_RF)
```

```
[ ] y
```

```
array(['Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Bagus',
       'Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Biasa', 'Biasa',
       'Biasa', 'Biasa', 'Biasa', 'Biasa', 'Biasa', 'Biasa', 'Biasa', 'Biasa',
       'Biasa', 'Biasa', 'Biasa'], dtype='<U5')
```

```
[ ] prediction_RF
```

```
array(['Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Bagus',
       'Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Bagus', 'Biasa', 'Biasa',
       'Biasa', 'Biasa', 'Biasa', 'Biasa', 'Biasa', 'Biasa', 'Biasa', 'Biasa',
       'Biasa', 'Biasa', 'Biasa'], dtype='<U5')
```

```
cm = confusion_matrix(y, prediction_RF)
#print(cm)
sns.heatmap(cm, annot=True)
```

prediksi semua

```
[ ] path = '/content/gdrive/MyDrive/Dataset/Sampel Manuk Murai'
```

```
[ ] sound = []
for i in os.listdir(path):
    pic = os.path.join(path + "/" , i )
    sound.append(pic)

newData = pd.DataFrame()
newData["sound"] = sound
newData
```

```
features = []
for index, row in newData.iterrows():

    file_name = row['sound']
    data = extract_features(file_name)

    features.append(data)
```

```
[ ] data_baru[:5]
```

```
array(['Bagus', 'Biasa', 'Bagus', 'Biasa', 'Biasa'], dtype='<U5')
```

```
[ ] import matplotlib.pyplot as plt
```

```
ax = sns.countplot(data_baru[:5])
plt.xlabel("Kelas")
plt.ylabel("Jumlah")
plt.title("Hasil Prediksi 5 Data Baru") # You can comment this line out if you don't need title
plt.show(ax)
```

Tabel Pola Karakteristik Suara Burung Murai Batu

No	Burung Murai	<i>Peak</i> Frekuensi 1 (Hz)	Intensitas Bunyi 1 (dB)	<i>Peak</i> Frekuensi 2 (Hz)	Intensitas Bunyi 2 (dB)	<i>Peak</i> Frekuensi 3 (Hz)	Intensitas Bunyi 3 (dB)	<i>Peak</i> Frekuensi 4 (Hz)	Intensitas Bunyi 4 (dB)
1	Anakan Standar 1	1600	-18	2891	-30	-	-	9700	-48
2	Anakan Standar 2	1553	-18	2878	-30	6201	-60	9681	-48
3	Anakan Standar 3	1721	-18	2930	-30	-	-	-	-
4	Anakan Standar 4	1671	-18	-	-	-	-	9749	-48
5	Anakan Standar 5	1600	-18	-	-	-	-	9704	-48
6	Anakan Standar 6	1647	-16	2911	-30	6240	-60	-	-
7	Anakan Standar 7	1647	-16	-	-	-	-	-	-
8	Anakan Standar 8	1623	-18	2893	-30	-	-	9716	-48
9	Anakan Standar 9	1671	-18	2924	-30	6265	-60	-	-
10	Anakan Standar 10	1623	-18	2893	-30	-	-	9715	-48
11	Anakan Standar 11	1600	-18	-	-	6237	-60	9706	-48
12	Anakan Standar 12	1647	-18	-	-	-	-	-	-
13	Anakan Bagus 1	2138	-12	5969	-35	10470	-48	-	-
14	Anakan Bagus 2	1956	-12	5840	-32	10404	-48	-	-
15	Anakan Bagus 3	2076	-12	5952	-35	10458	-48	-	-
16	Anakan Bagus 4	2107	-12	5921	-34	10447	-48	-	-
17	Anakan Bagus 5	1986	-12	5848	-35	10388	-48	-	-
18	Anakan Bagus 6	2138	-12	5971	-35	10472	-48	-	-
19	Anakan Bagus 7	1956	-12	5840	-32	10404	-48	-	-

20	Anakan Bagus 8	2170	-12	5960	-35	10468	-48	-	-
21	Anakan Bagus 9	2144	-12	5977	-35	10478	-48	-	-
22	Anakan Bagus 10	2114	-12	5928	-35	10454	-48	-	-
23	Anakan Bagus 11	2107	-11	5960	-35	10468	-48	-	-
24	Anakan Bagus 12	1986	-11	5848	-35	10372	-48	-	-
25	Validasi Standar 1	1647	-18	-	-	-	-	-	-
26	Validasi Standar 2	1647	-18	-	-	-	-	-	-
27	Validasi Standar 3	1623	-18	-	-	-	-	-	-
28	Validasi Standar 4	1671	-18	-	-	-	-	-	-
29	Validasi Standar 5	1623	-18	-	-	-	-	-	-
30	Validasi Bagus 1	2138	-12	5969	-35	10470	-48	-	-
31	Validasi Bagus 2	1956	-12	5840	-35	10404	-48	-	-
32	Validasi Bagus 3	2076	-12	5952	-35	10458	-48	-	-
33	Validasi Bagus 4	2107	-12	5921	-35	10447	-48	-	-
34	Validasi Bagus 5	1986	-12	5848	-35	10388	-48	-	-
35	Dewasa kualitas juara 1	2137	-12	5953	-35	10447	-48	-	-
36	Dewasa kualitas juara 2	2180	-12	5980	-32	10480	-48	-	-
37	Dewasa kualitas juara 3	2180	-11	5980	-35	10480	-48	-	-
38	Dewasa kualitas juara 4	2177	-12	5977	-35	10477	-48	-	-
39	Dewasa kualitas juara 5	2089	-12	5921	-35	10400	-48	-	-
40	Dewasa kualitas juara 6	2015	-12	5928	-35	10454	-48	-	-

41	Dewasa kualitas juara 7	2045	-12	5952	-32	10458	-48	-	-
42	Dewasa kualitas juara 8	1928	-12	5840	-35	10370	-48	-	-
43	Dewasa kualitas juara 9	2138	-12	5971,1	-36	10472	-48	-	-
44	Dewasa kualitas juara 10	2170	-12	5963	-35	10466	-48	-	-
45	Dewasa kualitas juara 11	2107	-12	5921	-35	10448	-48	-	-
46	Dewasa kualitas juara 12	2138	-12	5951	-35	10474	-48	-	-

Ket (-) : Tidak ada

Tabel Validasi Burung Murai Batu Anakan

No	Nama	Frekuensi (Hz)
1	Rekaman Dataset Bagus	2074
2	Rekaman Sampel Bagus (Untuk Validasi)	2053
3	Rekaman Dataset Standar	1634
4	Rekaman Sampel Standar (Untuk Validasi)	1643