

Perbandingan Kinerja Algoritma K-NN dan SVM dalam Sistem Klasifikasi Genre Musik Gamelan Bali

I Gede Harsemadi ^{1,*}

¹ Program Studi Sistem Informasi; Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali; Jl. Raya Puputan No. 86 Renon, Denpasar, Bali, (0361) 244445; e-mail: harsemadi@stikom-bali.ac.id

*Korespondensi: e-mail: harsemadi@stikom-bali.ac.id

Diterima: 02 Juli 2023; Review: 05 Juli 2023; Disetujui: 11 Juli 2023

Cara sitasi: Harsemadi IG. 2023. Perbandingan Kinerja Algoritma K-NN dan SVM dalam Sistem Klasifikasi Genre Musik Gamelan Bali. Informatics for Educators and Professionals : Journal of informatics. Vol.8 (1) : 1 – 10.

Abstrak: Klasifikasi musik secara otomatis telah banyak dikembangkan dalam berbagai bentuk aplikasi dan penelitian pada bidang *Music Information Retrieval* (MIR). Sebagian besar tantangan dalam penelitian bidang MIR ini adalah bagaimana memperoleh klasifikasi maupun pengelompokan musik yang tepat dalam hal kemiripan, gaya, suasana hati, emosi, dan *genre* musik. Istilah *genre* musik merujuk pada kategori atau klasifikasi yang digunakan untuk menggambarkan karakteristik musik tertentu. Bagi milenials untuk mengetahui hingga membedakan suatu *genre* musik gamelan Bali antara satu dengan lainnya dengan waktu yang singkat bukanlah hal yang mudah. Penelitian ini menggunakan algoritma *supervised learning* yaitu K-Nearest Neighbor (K-NN) dan Support Vector Machine (SVM), dengan mengembangkan rekayasa sistem dari masing-masing algoritma dengan objek dataset nilai fitur pada 13 *genre* musik gamelan Bali. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui algoritma mana kinerjanya lebih baik dalam segi ketepatan klasifikasi dan waktu proses. Tahapan pra-pengolahan file audio dengan menggunakan transformasi FFT, ekstraksi fitur menggunakan 5 jenis *spectral analysis*, dan proses klasifikasi menggunakan algoritma K-NN dan SVM. Hasilnya diperoleh tingkat akurasi klasifikasi pada algoritma K-NN dengan $k=3$ yaitu 85,38%, dan akurasi klasifikasi sebesar 66,90% pada algoritma SVM. Serta waktu pemrosesan klasifikasi tercepat pada K-NN yaitu 0,008511 detik, dan 0,1294205 detik pada algoritma SVM.

Kata kunci: bali, gamelan, *genre*, K-NN, SVM

Abstract: Automatic music classification has been developed in various forms of application and research in the field of *Music Information Retrieval* (MIR). Most of the challenges in this MIR field research are how to obtain the right classification or grouping of music in terms of similarities, styles, moods, emotions, and musical genres. The term musical genre refers to a category or classification that is used to describe certain characteristics of music. For millennials, knowing and distinguishing a genre of Balinese gamelan music from one another in a short amount of time is not easy. This study uses supervised learning algorithms, namely K-Nearest Neighbor and Support Vector Machine, by developing system engineering of each algorithm with feature value dataset objects for 13 genres of Balinese gamelan music. Comparisons were made to find out which algorithm performs better in terms of classification accuracy and processing time. The pre-processing stages of audio files using the FFT transformation, feature extraction using 5 types of spectral analysis, and the classification process using the K-NN and SVM algorithms. The result is that the classification accuracy level in the K-NN algorithm by $k=3$ is 85.38%, and the classification accuracy is 66.90% in the SVM algorithm. As well as the fastest classification processing time on K-NN, namely 0.008511 seconds, and 0.1294205 seconds on the SVM algorithm.

Keywords: balinese, gamelan, *genre*, K-NN, SVM

1. Pendahuluan

Pertumbuhan data musik digital dalam beberapa dekade terakhir termasuk ketersediaan dan aksesibilitas musik digital telah meningkat pesat. Jutaan lagu, album, dan rekaman musik sekarang tersedia dalam format digital [1]. Hal ini menyebabkan ledakan volume data musik yang memerlukan metode dan alat untuk mencari [2], mengelompokkan, dan mengelola informasi musik dengan efisien. Beragam penelitian dalam *Music Information Retrieval* bertujuan untuk mengembangkan metode dan algoritma untuk menggali informasi yang relevan dari data musik dalam skala besar dan kompleksitas tinggi. Berbagai penelitian terkait telah dikembangkan dalam proses klasifikasi dan pengelompokan musik menggunakan pembelajaran mesin dengan menggunakan nilai fitur yang menjadi ciri dan karakter dalam sinyal audio pada musik [3], fitur-fitur tersebut berkaitan dengan dimensi utama dalam musik seperti nada, ritme, harmoni, melodi, timbre, dan lokasi spasial [4]. Melalui metadata fitur tersebut, musik dapat dikelompokkan berdasarkan kemiripan musik, gaya, suasana hati, dan genre musik.

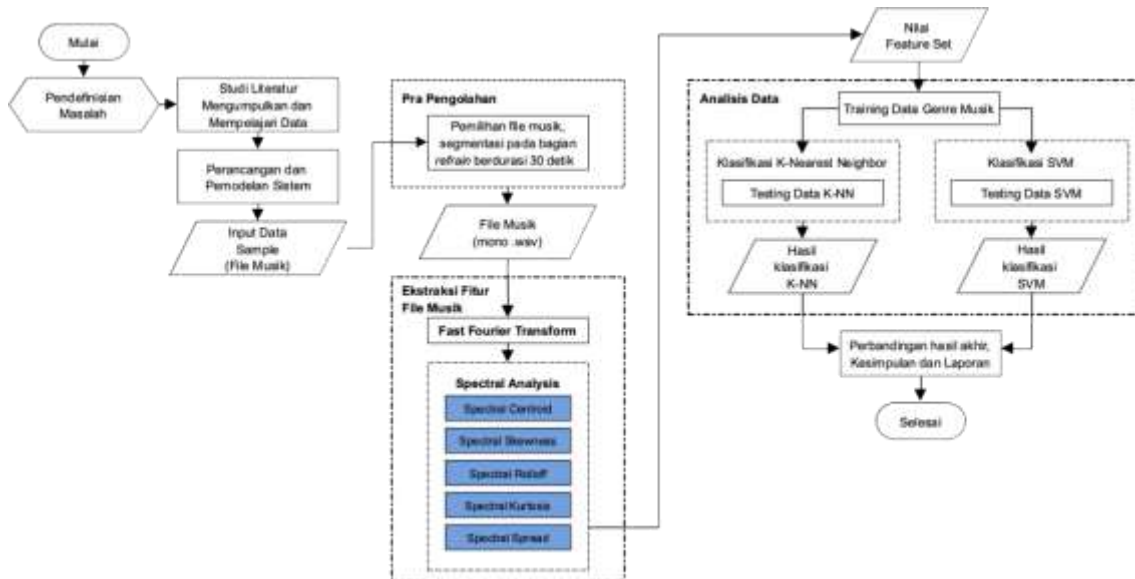
Berbagai algoritma pembelajaran mesin telah diterapkan untuk melakukan klasifikasi genre musik, hal yang penting adalah mengukur seberapa besar akurasi klasifikasi yang diperoleh. Dalam beberapa penelitian dilakukan perbandingan performa dalam klasifikasi genre musik telah dilakukan menggunakan algoritma SVM dan K-NN dengan objek metadata dari Spotify, dengan hasil akurasi SVM sebesar 80% dan K-NN sebesar 77,18% [5]. Penelitian lainnya menunjukkan performa K-NN dalam klasifikasi *mood* musik menggunakan data dari *Digital Music Library* mendapatkan akurasi sebesar 85,5% dengan nilai $k=5$ dan menggunakan metode jarak Manhattan [6], dan perbandingan lainnya juga dilakukan antara algoritma K-NN, SVM, dan MLP (*Multi Layer Perceptron*) untuk klasifikasi genre musik pada dataset GTZAN dengan hasil MLP dengan akurasi 71,6%, SVM dengan akurasi 71% dan K-NN akurasi 69,6% [7]. Melihat dari beberapa penelitian terdahulu, algoritma K-NN dan SVM memiliki keberagaman hasil akurasi tergantung dari karakteristik nilai fitur pada dataset *training* dan *testing* yang digunakan dalam proses klasifikasi.

Perkembangan dalam genre musik tradisional telah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam tradisi dan kehidupan masyarakat Bali yang sangat khas akan kearifan lokal. Hingga kini, perkembangan kesenian musik gamelan Bali telah dikelompokkan ke dalam kurang lebih 96 genre [8]. Tantangan yang dihadapi saat ini adalah bagaimana mengklasifikasi genre suatu musik gamelan Bali, hal ini disebabkan oleh faktor pengetahuan manusia yang cenderung terbatas dalam pengalaman durasi mendengarkan musik gamelan Bali, keterbatasan ketersediaan data musik yang relevan, kurangnya penyebaran data musik, dan metadata tentang musik gamelan Bali yang terbatas.

Menjawab tantangan tersebut, diperlukan perancangan rekayasa sistem yang mampu menerapkan 2 model algoritma *supervised learning* yaitu K-Nearest Neighbor dan Support Vector Machine. Dalam mengolah tahapan pembelajaran ini memerlukan seperangkat *training* dataset yang diklasifikasikan ke dalam 13 genre musik gamelan Bali, serta seperangkat dataset *testing* yang belum memiliki label genre. Pembuatan sistem klasifikasi ini dirancang dalam 3 model sistem, pertama, sistem ekstraksi fitur untuk memperoleh dataset *training*; kedua, sistem klasifikasi menggunakan K-NN yang berfungsi untuk mengklasifikasikan masukan data baru sesuai dengan atribut metadata berdasarkan pada posisi kedekatan nilai " k " dengan dataset *training* [9]. Ketiga, sistem klasifikasi menggunakan SVM yaitu teknik klasifikasi data *supervised learning* berdasarkan pada penentuan fungsi pemisah yang optimum untuk memisahkan multiset data dari masukan data *multiclass* yang berbeda [10], dan fase terakhir adalah mengukur dan membandingkan kinerja klasifikasi dan kecepatan pemrosesan data dari kedua model algoritma tersebut.

2. Metode Penelitian

Secara garis besar, gambaran umum dari tahapan penelitian dalam proses pengembangan sistem perbandingan kinerja algoritma K-NN dan SVM dalam sistem klasifikasi genre musik gamelan Bali terdapat pada Gambar 1.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 1. Gambaran umum metode penelitian

2.1 Pendefinisian Masalah

Tahapan mendefinisikan masalah penelitian merupakan langkah awal yang penting dalam perencanaan dan pelaksanaan penelitian. Proses ini melibatkan merumuskan masalah penelitian secara jelas, spesifik, dan terarah. Fokus penelitian ini adalah membandingkan akurasi klasifikasi dan kecepatan algoritma K-NN dengan SVM dalam proses klasifikasi terhadap 13 genre gamelan musik Bali. Selain itu hal yang penting dilakukan dalam mendefinisikan masalah adalah menentukan teknik dan prosedur apa saja yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang telah diidentifikasi agar fokus penelitian ini terdefinisi dengan baik sehingga memberikan arah yang jelas dalam merencanakan dan melaksanakan penelitian secara efektif.

2.2 Studi Literatur

Tahapan studi literatur yang komprehensif dan sistematis membantu dalam memahami kontribusi penelitian terdahulu, mengidentifikasi celah pengetahuan, mengembangkan kerangka teoritis, serta membangun landasan yang kuat untuk penelitian yang akan dilakukan. Pengumpulan dan merangkum teori dan penelitian terdahulu yang terkait dengan *Machine Learning*, *Music Information Retrieval*, *Signal Processing*, K-NN, dan SVM.

2.3. Perancangan dan Pemodelan Sistem

Tahapan ini dilakukan untuk membangun alur kerja pengembangan sistem, merancang data yang akan digunakan di dalam proses komputasi, serta merancang antarmuka sistem agar urutan kerja sistem klasifikasi genre musik gamelan Bali ini dapat dieksekusi dengan baik pada tahapan pemrograman hingga pengujian sistem.

2.4 Pengumpulan Data

Tahapan mengumpulkan data yang terkait dengan penelitian ini, yaitu: 1) mengumpulkan literatur daring maupun luring yang berkaitan dengan klasifikasi dalam MIR, 2) wawancara, seperti mengunjungi studio rekaman musik gamelan Bali, mewawancarai para pakar, seniman dan produsen musik gamelan Bali. Beragam musik gamelan Bali dikumpulkan dan dipilih yang bersumber dari website penyedia musik yang memiliki informasi nama artis, album, judul lagu, durasi, nama publisher, genre, tahun produksi, dan paling penting adalah musik instrumental tanpa ada vokal manusia. Beragam file musik tradisional Bali ini diperoleh dari www.joox.com yang telah dikelompokkan berdasarkan genre album musik tradisional Bali berjumlah 260 data latih dan 130 data uji.

2.5 Pra-Pengolahan Data

Tahapan pra-pengolahan file audio, dilakukan secara manual dengan mengambil bagian atau clipping bagian "*refrain*" biasanya mengacu pada bagian lirik yang berulang dalam sebuah music [11]. *Refrain* berfungsi untuk memberikan elemen pengulangan dan kejelasan dalam struktur musik [12]. Dengan mengulangi melodi, lirik, atau frase tertentu, refrain membantu menciptakan kesatuan dan memperkuat tema atau pesan yang ingin disampaikan oleh musik [13]. Selain itu, refrain juga memberikan kesempatan bagi pendengar untuk berpartisipasi dalam musik dengan menyanyikan bagian yang diketahui dan dikenali dengan mudah [14].

Penelitian ini menggunakan data yang berasal dari potongan atau klip audio yang berdurasi 30 detik hanya pada bagian refrain saja, posisi refrain beragam pada berbagai file audio [15]. Karakteristik musik gamelan Bali ini cenderung berdurasi lebih dari 5 menit, sehingga mudah untuk menemukan nada-nada intensif yang berulang sehingga menjadi karakteristik khusus berdasarkan genre musik [16]. Hasil klip file musik tersebut disimpan dengan format *.wav dengan *mono audio channel* dalam suatu dataset *training* dan *testing*.

2.6 Ekstraksi Fitur Musik

Tahapan ekstraksi fitur musik dilakukan dengan pemrosesan sinyal digital dalam domain frekuensi audio untuk menganalisis, memanipulasi, dan meningkatkan sinyal audio dalam domain digital. Penelitian ini menggunakan langkah-langkah penting dalam pemrosesan sinyal digital untuk audio dalam domain frekuensi mencakup konversi awal dan analisis frekuensi, setiap langkah tersebut berkontribusi pada keseluruhan pemrosesan dan peningkatan sinyal audio, memungkinkan transmisi yang efisien, pengurangan kebisingan, dan peningkatan kualitas audio [17]. Disisi lain penerapan FFT ini juga membantu dalam proses memfilter sinyal input dengan baik menjadi sinyal frekuensi serta untuk mengurangi kebisingan yang ada pada audio [18].

Tahapan ekstraksi fitur audio mengolah sinyal hasil FFT ini selanjutnya diproses untuk mengekstraksi nilai-nilai fitur yang ada dalam sinyal FFT. Ekstraksi fitur adalah salah satu bagian terpenting dari proses pembelajaran mesin, performa algoritma klasifikasi apa pun akan bergantung pada nilai fitur dataset *training* dan dataset uji [19].

Ekstraksi fitur dengan menggunakan *spectral analysis* yaitu metode untuk menganalisis sinyal atau data dalam domain frekuensi. Pada dasarnya, *spectral analysis* bertujuan untuk memahami karakteristik frekuensi suatu sinyal, termasuk komponen frekuensi, amplitudo, spektrum daya, hubungan antara frekuensi, dan informasi lainnya yang terkandung dalam sinyal tersebut. terdapat lima jenis metode *spectral analysis* terdiri dari *spectral skewness*, *spectral kurtosis*, *spectral rolloff*, *spectral centroid* dan *spectral spread*. Hasilnya berupa dataset dengan nilai fitur-fitur yang terdiri dari 5 jenis *spectral feature* dan 1 label yang menyatakan *class* dari genre musik gamelan Bali, dan dataset ini digunakan sebagai dataset *training*.

2.7 Klasifikasi K-Nearest Neighbor

Tahapan Klasifikasi dengan algoritma K-NN bekerja dengan prinsip bahwa objek dengan fitur yang serupa cenderung memiliki label yang sama atau mirip, dalam hal ini proses klasifikasi data uji atau data baru yang belum dikenali label/*class*-nya berdasarkan pemilihan data sejumlah nilai *k* ketetanggaan yang letaknya terdekat dari data uji tersebut.

Menentukan nilai ketetanggaan *k* sebaiknya menggunakan dalam jumlah ganjil, hal ini penting diperhatikan untuk menghindari adanya jumlah jarak yang sama dalam proses klasifikasi, sehingga dengan melihat keberhasilan pada penelitian terdahulu [13] maka dalam penelitian ini menggunakan nilai *k*=3. Posisi dan jarak ketetanggaan antara data uji dan setiap dataset *training* dihitung dengan mengukur *euclidean distance* yang didefinisikan dalam persamaan (1).

$$d(a, b) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2} \dots\dots\dots (1)$$

dimana *n* adalah dimensi, *a* adalah data training dan *b* adalah data testing.

Setelah menghitung jarak antara data uji yang akan diklasifikasikan dengan setiap sampel dalam dataset *training*, kemudian akan memilih k tetangga terdekat, dimana dari semua data sampel dalam dataset *training*, k dengan jarak terdekat dari data uji yang diklasifikasikan dipilih sebagai tetangga terdekat. Tahap akhir dari K-NN ini adalah menentukan label mayoritas dari k tetangga terdekat ditetapkan sebagai label hasil klasifikasi dari data uji, dalam hal ini label berdasarkan 13 genre musik gamelan Bali.

2.8 Klasifikasi Support Vector Machine

Tahap Klasifikasi dengan algoritma SVM, algoritma ini digunakan sebagai pembanding K-NN. Tujuan utama SVM adalah membangun model yang dapat memisahkan dua kelas data yang berbeda dengan garis atau hiperplane terbaik dalam ruang fitur. SVM memiliki beberapa keunggulan. Pertama, SVM efektif dalam menangani dataset yang memiliki jumlah fitur yang besar dan kompleksitas yang tinggi. Ini berarti SVM dapat bekerja dengan baik dalam kasus-kasus di mana ada banyak fitur yang mungkin saling terkait atau tidak linear terpisah. Kedua, SVM cenderung memiliki kinerja yang baik dalam kasus generalisasi, yaitu kemampuannya untuk mengklasifikasikan data baru dengan benar setelah dilatih dengan data pelatihan. Ini berkat prinsip optimasi SVM yang berfokus pada mencari hiperplane yang memiliki margin maksimum antara kelas, yang dapat membantu mengurangi *overfitting* [20].

$$W^t x + b = 0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

Persamaan (2) mendeskripsikan pembagian *hyperplane* dalam ruang sample. dimana w adalah vector normal untuk menentukan arah *hyperplane* dan b adalah perpindahan, yang menentukan jarak dan titik asal. Diasumsikan *hyperplane* dapat mengklasifikasikan sample data latih dengan benar, maka rumus yang terpenuhi adalah,

$$w^t x_i + b \geq 1, y = 1, \dots\dots\dots (3)$$

$$w^t x_i + b \leq -1, y = -1, \dots\dots\dots (4)$$

dimana, x_i = data ke- i ; w^t = nilai bobot *vector* yang tegak lurus dengan *hyperlane*; b = nilai bias.

2.9 Tahapan Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk menguji akurasi dan kecepatan dalam klasifikasi genre musik gamelan Bali. Perhitungan kecepatan proses klasifikasi pada kedua algoritma dilakukan dalam Matlab menggunakan fungsi *tic* untuk menjalankan stopwatch untuk mencatat waktu proses jalannya algoritma klasifikasi. Serta fungsi *toc* untuk mencatat waktu yang diperlukan untuk menjalankan proses klasifikasi hingga menampilkan hasil klasifikasi. Pengujian akurasi klasifikasi genre musik gamelan Bali menggunakan persamaan (5)

$$\text{Akurasi klasifikasi genre} = \frac{\text{Jumlah data uji yang sesuai}}{\text{jumlah data uji berdasarkan jenis genre musik gamelan Bali}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

3. Hasil dan Pembahasan

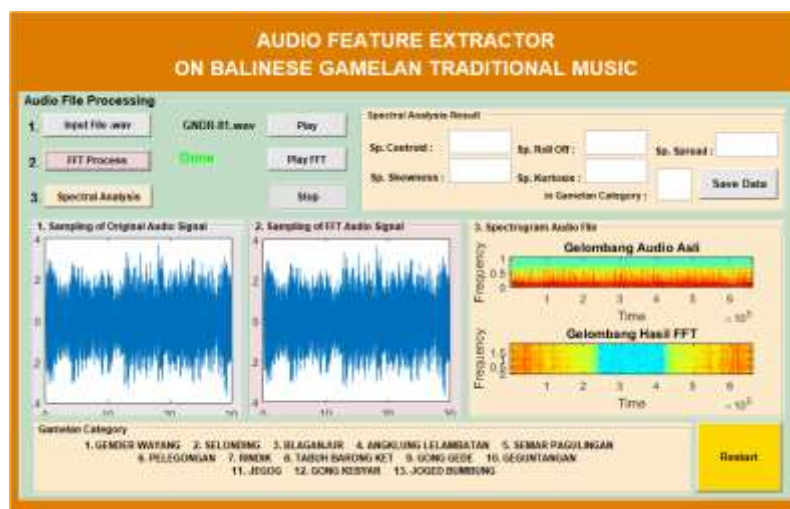
Cakupan sistem yang dikembangkan secara keseluruhan menghasilkan tiga sistem, diantaranya: 1) Sistem untuk pengolahan data latih / *training data*, 2) Sistem klasifikasi menggunakan algoritma K-NN, dan 3) Sistem klasifikasi menggunakan algoritma SVM. Hasil perbandingan persentase akurasi serta kecepatan proses klasifikasi kedua algoritma tersebut juga dijelaskan pada bagian akhir.

3.1 Sistem Pengolahan Data Latih

Proses klasifikasi untuk kedua model yang menerapkan algoritma *supervised learning* ini diawali dengan penyusunan dataset *training* yang fit sesuai dengan kategori 13 *genre* yang telah ditentukan. Untuk merancang dataset *training* ini telah mengumpulkan sejumlah 260 file audio musik gamelan Bali. File klip audio ini berdurasi 30 detik dengan format *.wav mono 16 bit, proses akuisisi data ini dilakukan secara manual dengan mengambil posisi *refrain* atau bagian yang paling sering berulang dari musik tersebut pada file audio, ini melibatkan tenaga ahli yang terdiri dari musisi dan praktisi musik gamelan Bali.

Tahapan selanjutnya setelah keseluruhan klip audio data latih ini terkumpul, maka file tersebut dimuat ke dalam sistem pengolahan data latih, yang diawali dengan mengubah sinyal file data uji audio dari domain waktu menjadi domain frekuensi menggunakan metode *Fast Fourier Transform*. Hasil transformasi ini selanjutnya diolah dengan menerapkan digital *spectral analysis*, dengan menggunakan lima jenis *spectral analysis* terdiri dari *spectral skewness*, *spectral kurtosis*, *spectral rolloff*, *spectral centroid* dan *spectral spread*

Nilai keseluruhan *spectral feature* dari setiap file data uji selanjutnya disimpan pada dataset *training* dengan informasi label kategori genre musik bernilai 1 s/d 13 sesuai kategori genre gamelan Bali, secara berurut yaitu: 1. Gender Wayang; 2. Selending; 3. Baleganjur; 4. Angklung; 5. Semar Pegulingan; 6. Palegongan; 7. Rindik; 8. Tabuh Barong Ket; 9. Gong Dewa Yadnya; 10. Geguntangan; 11. Jegog; 12. Gong Kebyar; 13. Jaged Bumbung. Secara umum hasil dari keseluruhan tahap pra-pengolahan, FFT, hingga *spectral analysis* menghasilkan seperangkat nilai *feature set* yang memiliki 6 nilai atribut (5 dari *spectral analysis* dan 1 sebagai kode kategori *genre* musik gamelan) disimpan sebagai referensi dataset *training* untuk proses selanjutnya pada klasifikasi menggunakan algoritma K-NN dan SVM, antarmuka sistem pada Gambar 2.



Sumber: Hasil Penelitian (2018)

Gambar 2. Antarmuka sistem pengolahan data latih

3.2 Sistem Klasifikasi Genre Musik Gamelan Bali

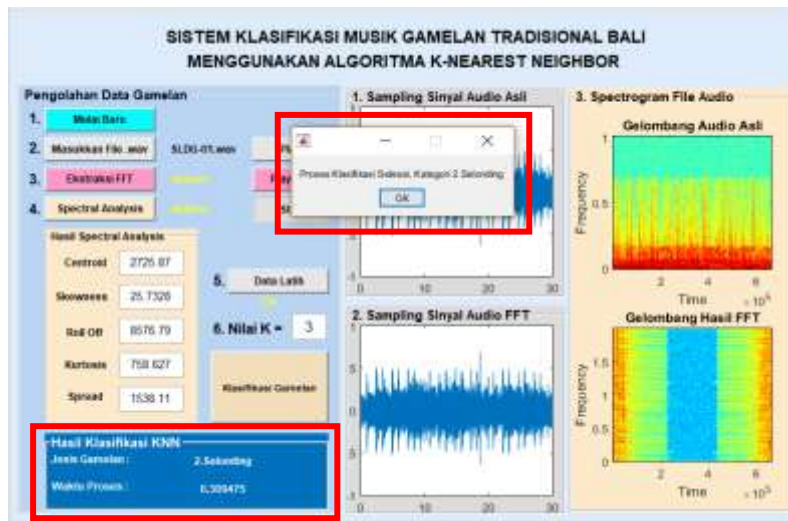
Proses awal Sistem klasifikasi genre musik gamelan Bali menggunakan algoritma SVM diawali dengan input data uji dalam format audio mono *.wav berdurasi 30 detik. Menggunakan data uji semua file audio dengan 13 genre musik gamelan Bali. Sinyal audio input ini kemudian masuk ke tahapan transformasi sinyal FFT agar dapat dilakukan analisis selanjutnya. Hasil dari proses FFT ini tetap berbentuk file audio yaitu hasilfft.wav. Setelah proses FFT ini selesai, sistem akan menampilkan sinyal audio asli dan sinyal audio hasil FFT dalam bentuk grafik sampling dan *spectrogram*.

Tahapan kedua adalah *spectral analysis* dari input file data uji yang sudah mengalami proses FFT sebelumnya (file hasilfft.wav) untuk selanjutnya diproses melalui ekstraksi fitur menggunakan lima jenis *spectral analysis* terdiri dari *spectral skewness*, *spectral kurtosis*, *spectral rolloff*, *spectral centroid* dan *spectral spread*. Selanjutnya sistem secara otomatis mengkalkulasi hingga menghasilkan nilai-nilai dari kelima *spectral analysis* tersebut. Berdasarkan nilai *feature set* dari sebuah file audio uji inilah yang selanjutnya akan dilakukan klasifikasi terhadap data latih.

a. Sistem Klasifikasi Genre Musik Gamelan Bali menggunakan algoritma K-NN

Tahapan ketiga khusus untuk algoritma K-NN adalah dengan pengambilan/load file data latih, untuk selanjutnya akan dilakukan proses klasifikasi *genre* musik menggunakan algoritma K-NN. Proses klasifikasi ini dimulai ketika pengguna memasukkan nilai k sebagai ketetanggaan terdekat dalam algoritma klasifikasi K-NN, dengan nilai variabel $k=3$. selanjutnya pengguna menekan tombol "Klasifikasi Gamelan" dan sistem mulai melakukan proses klasifikasi dengan mencocokkan nilai *spectral feature* pada data uji dengan nilai *spectral feature*

pada dataset *training* sebagai referensi nilai variabel klasifikasi. Nilai ketetanggan “*k*”, nilai *feature set* data uji dan nilai *feature set* pada data latih diolah dengan menggunakan algoritma K-NN untuk menghasilkan label *class/kategori* dari data uji.



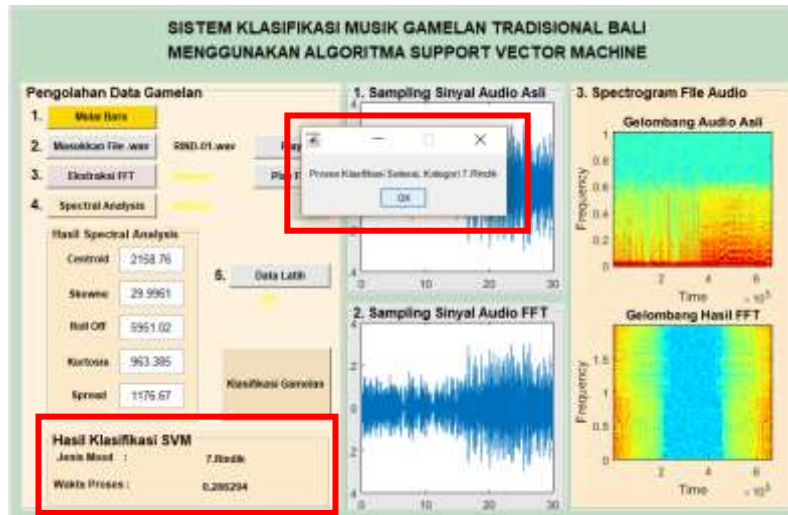
Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 3. Antarmuka hasil klasifikasi jenis musik menggunakan K-NN

Hasil akhir dari proses klasifikasi ini adalah label jenis musik gamelan yang dapat dilihat Gambar 3 pada bagian kotak merah, dimana jenis genre musik gamelan yang dihasilkan dari sebuah file audio sebagai data uji dengan menggunakan algoritma K-NN ini adalah kategori musik gamelan “2. Selonding”. Terdapat pula waktu yang diperlukan untuk memproses klasifikasi ini adalah 0,309475 detik.

b. Sistem Klasifikasi Genre Musik Gamelan Bali menggunakan algoritma SVM

Tahapan ketiga khusus pada penerapan algoritma SVM adalah memasukkan data latih, hal ini dilakukan untuk memasukkan pengetahuan ke dalam sistem sebagai pembelajaran, karena algoritma SVM ini merupakan salah satu *supervised learning algorithm* dimana memerlukan tahapan pembelajaran dalam melakukan klasifikasi selanjutnya. Saat digunakan untuk proses klasifikasi pada sistem ini, maka semua record data latih akan dikonversi kembali menjadi data numeric agar sistem dapat melakukan proses klasifikasi menggunakan metode SVM. Sistem mengklasifikasi dengan mencocokkan kedekatan nilai *spectral feature* pada data uji dengan nilai *spectral feature* yang terdapat pada data latih sebagai referensi nilai variabel klasifikasi, nilai ini selanjutnya diolah dengan menggunakan algoritma SVM untuk menghasilkan label *class/kategori* dari data uji.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 4. Antarmuka hasil klasifikasi jenis musik menggunakan SVM

Hasil akhir dari proses klasifikasi ini adalah label jenis *genre* yang dapat dilihat Gambar 4 dimana jenis *genre* yang dihasilkan dari sebuah file audio sebagai data uji dengan menggunakan algoritma SVM ini adalah kategori jenis musik gamelan Bali “7. Rindik”. Terdapat pula waktu yang diperlukan untuk memproses klasifikasi ini adalah 0,286294 detik.

Keseluruhan tahapan klasifikasi yang dilakukan dari awal hingga proses *spectral analysis* dan proses klasifikasi dengan algoritma K-NN dan SVM telah dilakukan dengan menggunakan sejumlah 130 file audio. Perbandingan Tabel 1 menunjukkan perolehan hasil klasifikasi menggunakan algoritma K-NN ini dengan persentase rata-rata akurasi klasifikasi pada nilai ketetanggaan $k = 3$ sebesar 85,38 %. Selanjutnya untuk waktu proses klasifikasi K-NN diperlihatkan waktu rata-rata untuk pemrosesan klasifikasi menggunakan 130 data uji yaitu 0,008511023 detik.

Tabel 2 menunjukkan perolehan hasil klasifikasi menggunakan algoritma SVM ini diperoleh persentase rata-rata akurasi klasifikasi sebesar 66,92 %. Selanjutnya untuk waktu proses klasifikasi K-NN diperlihatkan waktu rata-rata untuk pemrosesan klasifikasi menggunakan 130 data uji yaitu 0,12942049 detik.

Tabel 1. Hasil akurasi klasifikasi K-NN dan waktu pemrosesan klasifikasi *genre* musik gamelan Bali

No.	Genre Gamelan	Akurasi (%)	Time (detik)
1	Gender Wayang	90	0.0092092
2	Selonding	90	0.0087112
3	Baleganjur	80	0.008832
4	Angklung	90	0.0084072
5	Semar Pegulingan	80	0.0081244
6	Pelegongan	80	0.0082294
7	Rindik	90	0.0081892
8	Tabuh Barong Ket	80	0.008056
9	Gong Dewa Yadnya	80	0.0081327
10	Geguntangan	80	0.0080095
11	Jegog	90	0.0093487
12	Gong Kebyar	80	0.0089479
13	Joged Bumbung	100	0.0084459
Rata-rata		85.3846	0.008511023

Tabel 2. Hasil akurasi klasifikasi SVM dan waktu pemrosesan klasifikasi *genre* musik gamelan Bali

No.	Genre Gamelan	Akurasi (%)	Time (detik)
1	Gender Wayang	80	0.0987311
2	Selonding	60	0.1091121
3	Baleganjur	90	0.1157216
4	Angklung	80	0.0961858
5	Semar Pegulingan	50	0.1189274
6	Pelegongan	70	0.1292898
7	Rindik	40	0.1609124
8	Tabuh Barong Ket	30	0.1065623
9	Gong Dewa Yadnya	50	0.1169194
10	Geguntangan	60	0.1332893
11	Jegog	90	0.1717582
12	Gong Kebyar	90	0.17016
13	Joged Bumbung	80	0.154897
Rata-rata		66.9230769	0.12942049



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 5. Perbandingan akurasi hasil klasifikasi *genre* musik gamelan Bali



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 6. Perbandingan waktu proses klasifikasi *genre* musik gamelan Bali

4. Kesimpulan

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, diperoleh hasil yaitu, telah dihasilkan sebuah sistem untuk pengolahan data latih, serta sistem klasifikasi menggunakan K-NN dan SVM dengan perbandingan persentase akurasi 85,38% pada algoritma K-NN dengan pemilihan nilai ketetanggaan $k=3$ berdasarkan nilai *Euclidean distance* sebagai pengukuran jarak ketetanggaan. Sedangkan sistem klasifikasi SVM memperoleh akurasi sebesar 66,9%.

Berdasarkan perbandingan efesiensi waktu pemrosesan klasifikasi diperoleh algoritma K-NN dengan rata-rata waktu tercepat yaitu 0,008511 detik, ini lebih cepat dari perhitungan SVM, karena K-KNN mengabaikan perhitungan bobot dalam setiap parameternya. Proses SVM dengan rata-rata waktu 0,1294205 detik, karena SVM menggunakan dimensi data yang lebih besar dari data riilnya, terutama dalam proses pelatihan dan klasifikasi.

Penelitian tahap selanjutnya dapat dikembangkan dengan beberapa modifikasi pada penambahan *spectral analysis* yang diharapkan dapat menghasilkan dataset *training* yang lebih kaya akan data, optimalisasi dan modifikasi algoritma *supervised learning* agar hasil akurasi klasifikasi lebih baik, dan perlu mengoptimalkan durasi klip file audio sebagai file masukan untuk ekstraksi fitur.

Referensi

- [1] Panggeso, Hervin Nori. Pertumbuhan iman pemuda di masa era digital. 2021.
- [2] Kadyanan, S., and M. Kom. Implementasi Vector Space Model Pada Sistem Pencarian MP3 Player. Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana. 2023. p-ISSN 2301: 5373.
- [3] Wibowo, Hardianto, Wildan Suharso, Yufis Azhar, Galih Wasis Wicaksono, Agus Eko Minarno, and Dani Harmanto. Music information retrieval based on active frequency. Makara Journal of Technology 25, no. 2. 2021.
- [4] Perdana, Ramadhan R., et al. Implementasi Ekstraksi Fitur untuk Pengelompokan Berkas Musik Berdasarkan Kemiripan Karakteristik Suara. Jurnal Teknik ITS, vol. 6, no. 1, pp. 142-148, 2017.
- [5] D. R. Ignatius Moses Setiadi et al. Comparison of SVM, KNN, and NB Classifier for Genre Music Classification based on Metadata. International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic), Semarang, Indonesia, 2020, pp. 12-16, doi: 10.1109/iSemantic50169.2020.9234199.
- [6] Surenggana, Fuad Fadlila, Arik Aranta, and Fitri Bimantoro. Klasifikasi Mood Musik Menggunakan K-Nearest Neighbor dan Mel Frequency Cepstral Coefficients. Jurnal Teknologi Informasi, Komputer, dan Aplikasinya (JTika) 4, no. 2 : 263-276. 2022.
- [7] Giri, Gst Ayu Vida Mastrika, and Made Leo Radhitya. Klasifikasi Genre Musik Menggunakan Teknik Pembelajaran Mesin. Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer 9, no. 1. 2023.
- [8] Bandem, M. Gamelan Bali di atas Panggung Sejarah. 2013. Yogyakarta : STIKOM Bali.
- [9] J. Salvador-Meneses, Z. Ruiz-Chavez, and J. Garcia-Rodriguez. Compressed k NN: K-Nearest Neighbors with Data Compression. Entropy, vol. 21, no. 3, p. 234. 2019.
- [10] D. A. Pisner and D. M. Schnyer. Support vector machine in Machine Learning. Elsevier, pp. 101-121. 2020.

- [11] Putra, Ichsan Permana, Elvia Budianita, and Febi Yanto. Pendeteksian Chorus Otomatis Musik Indonesia Menggunakan Refrain Detecting Method (RefraiD). *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)* 3, no. 4: 1-9. 2022.
- [12] As Shahidah, Adila. Elaborasi Teknik Sindhenan Dalam Vokal Jazz: Lagu Moonlight In Vermont. PhD diss., Institut Seni Indonesia Yogyakarta. 2022.
- [13] Harsemadi, Gede, Made Sudarma, and Nyoman Pramaita. Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor pada Perangkat Lunak Pengelompokan Musik untuk Menentukan Suasana Hati. *Maj. Ilm. Teknol. Elektro* 16, no. 1. 2017. : 14-20.
- [14] Mitasari, Doan. Menonton Bangkutaman: Subkultur Musik" Indie Yogyakarta. *Retorik: Jurnal Ilmu Humaniora* 4, no. 2: 137-153. 2016.
- [15] Harsemadi, I. Gede. Perbandingan Distance Measure Pada K-Means Clustering Untuk Pengelompokkan Musik Terhadap Suasana Hati. *Semnasteknomedia Online* 6, no. 1: 1-2. 2018
- [16] Oh, Seungwon, Minsoo Hahn, and Jinsul Kim. Music mood classification using intro and refrain parts of lyrics. In 2013 International Conference on Information Science and Applications (ICISA), pp. 1-3. IEEE, 2013.
- [17] Al-Khazrji, A. S. M. Digital Signal Processing in the Frequency Domain of Audio Involves Various Steps and Techniques. *International Journal of Information Technology & Computer Engineering (IJITC)* ISSN: 2455-5290, 3(04), 35-39, 2023.
- [18] Bimantara, Alhamda Adisoka, Muhammad Satria Adhi, Danang Priambodo, Hanif Muslim Azhar, and Apri Junaidi. Simulasi Penghilangan Noise Pada Sinyal Suara Menggunakan Metode Fast Fourier Transform (FFT). *Journal of Informatics Information System Software Engineering and Applications (INISTA)* 1, no. 2 (2019): 20-25.
- [19] Sharma, G., Umapathy, K., & Krishnan, S. Trends in audio signal feature extraction methods. *Applied Acoustics*, 158. (2020). 107020.
- [20] B. Gaye, D. Zhang, and A. Wulamu. Improvement of Support Vector Machine Algorithm in Big Data Background. *Math. Probl. Eng.*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/5594899.