

Pengelompokan Laras Suara Berdasarkan Papatutan atau Pathet Gamelan Bali Menggunakan Klasifikasi K-Nearest Neighbor dan Support Vector Machine



I Made Ade Prayoga¹
Gede Indrawan²
Dewa Gede Hendra Divayana³

Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Pendidikan Ganesha, Bali, Indonesia

Koresponding E-mail: adeprayogaa1996@gmail.com

Notifikasi Penulis

06 Februari 2023

Akhir Revisi

11 Mei 2023

Terbit

05 Agustus 2023

Ade Prayoga, I. M., Indrawan, G., & Hendra Divayana, D. G. (2023). Pengelompokan Laras Suara Berdasarkan Papatutan Atau Pathet Gamelan Bali Menggunakan Klasifikasi K-Nearest Neighbor Dan Support Vector Machine. *Technomedia Journal*, 8(2SP).

<https://doi.org/10.33050/tmj.v8i2SP.2011>

ABSTRAK

Gamelan merupakan sebuah orkestra yang terdiri dari instrumental yang terbuat dari batu, kayu, bambu, besi, perunggu, kulit, dawai dan lain-lainnya dengan menggunakan laras pelog dan slendro, dan memiliki 7 papatutan atau pathet yakni; (1) pathet selisir, (2) pathet panji, (3) pathet tembung (4) pathet sunaren, (5) pathet baro, (6) pathet pengenter, dan (7) pathet malat, setiap papatutan atau pathet memiliki ciri khusus dengan aturan – aturan cara memainkannya pada setiap kelompok Gamelan Bali. Seiring dengan perkembangan jaman, adanya transisi cara mengajar jaman dulu dan sekarang yang berbeda sehingga anak jaman sekarang hanya mengetahui urutan bilah gamelan yang mana dipukul bukan laras suara gamelannya. Maka dari itu penulis ingin membangun sebuah sistem yang dapat mengelompokkan laras suara ke dalam 7 papatutan atau pathet yang terdapat di dalam Gamelan Bali. Sistem ini akan dirancang dan dibangun berdasarkan pengelompokkan papatutan atau pathet yang diperoleh dengan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor dan Support Vector Machine. Berdasarkan hasil pengujian algoritma KNN memberikan hasil yang lebih efektif dalam melakukan pengelompokan laras suara dengan hasil persentase tingkat akurasi mencapai 100% sedangkan untuk algoritma SVM memberikan hasil persentase tingkat akurasi sebesar 74,29%. Pengujian dari waktu yang dibutuhkan dalam proses klasifikasi juga menunjukkan bahwa KNN memberikan waktu pengolahan yang lebih cepat yaitu 0,14388 detik dibandingkan dengan SVM yaitu 0.17642 detik. KNN memberikan hasil yang lebih baik karena pada prinsipnya K-NN memilih tetangga terdekat dimana menggunakan parameter jarak yaitu Euclidean distance yang sangat cocok untuk digunakan dalam menentukan jarak terdekat antar dua data.

Kata kunci : Pathet, Gamelan, K-Nearest Neighbor, Support Vector Machine.



ABSTRACT

Gamelan is an orchestra consisting of instruments made of stone, wood, bamboo, iron, bronze, leather, strings and others using pelog and slendro barrels, and has 7 papatutan or pathet namely; (1) pathet selisir, (2) pathet panji, (3) pathet tembung (4) pathet sunaren, (5) pathet baro, (6) pathet pengenter, dan (7) pathet malat, each papatutan or pathet has special characteristics with the rules for how to play it in each Balinese Gamelan group. Along with the development of the era, there is a transition in the way of teaching in the past and now that is different, so that today's children only know the order in which the gamelan blades are struck, not the barrel of the gamelan sound. Therefore, the author wants to build a system that can classify sound tunings into 7 papatutans or pathets contained in the Balinese Gamelan. This system will be designed and built based on the appropriate grouping or pathet obtained using the K-Nearest Neighbor algorithm and Support Vector Machine. Based on the test results, the KNN algorithm gives more effective results in grouping sound barrels with a percentage accuracy rate of 100%, while the SVM algorithm gives an accuracy percentage of 74.29%. Testing of the time required in the classification process also shows that KNN provides a faster processing time of 0.14388 seconds compared to SVM, which is 0.17642 seconds. KNN gives better results because, in principle, K-NN chooses the nearest neighbor which uses the distance parameter, namely the Euclidean distance, which is very suitable for use in determining the shortest distance between two data.

Keywords: Pathet, Gamelan, K-Nearest Neighbor, Support Vector Machine.

PENDAHULUAN

Bali merupakan sebuah pulau yang menjadi destinasi wisata dunia, karena terkenal dengan kekayaan tradisi dan budayanya [1]. Budaya Bali merupakan warisan kekayaan dunia yang harus dilestarikan. Di dalam perkembangan teknologi saat ini, telah banyak dilakukan upaya untuk melestarikan tradisi dan budaya Bali dengan berbagai penelitian yang digunakan dalam mendokumentasikan nilai yang ada di dalam tradisi dan kebudayaan Bali [2]. Penelitian rekayasa sistem dapat membantu dan sekaligus promosi dalam memperkenalkan budaya Bali. Beberapa upaya yang telah dilakukan dan masih berjalan oleh para ahli yang fokus terhadap nilai – nilai yang terdapat di dalam tradisi dan budaya Bali, termasuk Gamelan Bali [3]. Gamelan Bali adalah termasuk budaya Bali yang sangat tua. Gamelan Bali dibagi menjadi 7 papatutan atau pathet yakni: (1) pathet selisir, (2) pathet panji, (3) tembung (4) pathet sunaren, (5) pathet baro, (6) pathet pengenter, dan (7) pathet malat, setiap papatutan atau pathet memiliki ciri khas dengan aturan - aturan cara memainkannya [4].

Gamelan merupakan sebuah orkestra yang terdiri dari instrumental yang terbuat dari batu, kayu, bambu, besi, perunggu, kulit, dawai dan lain-lainnya dengan menggunakan laras pelog dan slendro [5]. Istilah gamelan dipakai untuk menyebutkan musik (lagu-lagu) yang dihasilkan oleh permainan instrumen-instrumen di atas. Gamelan digunakan dalam upacara-upacara keagamaan, peristiwa-peristiwa kerajaan, pengukuhan daerah baru, festival-festival, dan peristiwa pendukung lainnya [6]. Selain itu gamelan merupakan unsur pendukung dari suatu tari [7]. Di mana gamelan atau iringan berfungsi memudahkan penonton untuk memahami tari tersebut serta memperjelas irama gerak tari. Gamelan Bali pada umumnya

dibagi menjadi 7 papatutan atau pathet yakni; (1) pathet selisir, (2) pathet panji, (3) pathet tembung (4) pathet sunaren, (5) pathet baro, (6) pathet pengenter, dan (7) pathet malat, setiap papatutan atau pathet memiliki ciri khusus dengan aturan – aturan cara memainkannya pada setiap kelompok Gamelan Bali .[8] Pada umumnya masyarakat sulit untuk membedakan papatutan atau pathet pada gambelan bali. Beberapa penelitian tentang klasifikasi pengelompokan suara telah dilakukan, sebagai contoh klasifikasi suara berdasarkan gender, klasifikasi suara berdasarkan usia dan masih banyak lagi [9].

Di dalam menentukan jenis papatutan atau pathet diperlukan metode khusus yang dapat menggabungkan komputasi numerik dan penambangan data berupa fitur – fitur unik dalam sebuah suara [10]. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah Music Information Retrieval. Music Information Retrieval adalah salah satu bagian di dalam data mining dimana informasi yang akan di proses atau diolah berupa musik atau suara [11]. Banyak sudah penelitian yang telah dilakukan mengenai Music Information Retrieval khususnya klasifikasi suara berdasarkan gender, pemrosesan sinyal, machine learning maupun kombinasi dari beberapa model penelitian tersebut [12].

Di dalam proses data mining ada namanya tahap pengolahan data atau preprocessing. Tahap ini dikenal dengan feature selection [13]. Tahap berikutnya dari feature selection adalah proses ekstraksi ciri dari sebuah file yang digunakan sebagai kunci dalam hal ini penulis menggunakan papatutan atau pathet untuk menemukan kunci atau ciri yang diperlukan untuk masuk ke tahap pengolahan data berikutnya [14]. Perlu dilakukan pengolahan sinyal dengan menggunakan transformasi fourier yang berfungsi mengubah fungsi atau sinyal dalam domain waktu ke domain frekuensi [15]. Tahapan feature extraction terdiri dari tiga proses, yaitu pengambilan sampel papatutan atau pathet (bagian awal), penerapan fast fourier transform dan spectral analysis untuk mendapatkan nilai spectral feature yang menjadi atribut dasar untuk dilakukannya klasifikasi [16].

Di dalam tahapan klasifikasi K-Nearest Neighbor (K-NN) merupakan suatu metode klasifikasi dengan supervise learning dimana hasil dari query data yang sudah diklasifikasikan berdasarkan kategori yang ada dalam metode K-NN [17]. Tujuan dari algoritma ini adalah mengklasifikasikan objek baru berdasarkan atribut atau dataset dan training sampel. Metode klasifikasi lainnya yaitu Support vector machine (SVM) juga merupakan suatu teknik pemodelan supervised learning yang relatif baru untuk melakukan sebuah prediksi. SVM berusaha untuk menentukan fungsi pemisah yang optimal yang bisa memisahkan multi set data dari berbagai class yang berbeda [18].

Berdasarkan pemaparan latar belakang diatas penelitian ini dilakukan untuk membangun sebuah sistem yang dapat mengelompokkan laras suara ke dalam 7 papatutan atau pathet yang terdapat di dalam Gamelan Bali [19]. Sistem ini akan dirancang dan dibangun berdasarkan pengelompokkan papatutan atau pathet yang diperoleh dengan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor dan Support Vector Machine [20]. Sistem ini nantinya diharapkan dapat membantu penggunaanya untuk menemukan kategori papatutan atau pathet terhadap laras suara Gamelan Bali dalam sebuah file rekaman [21]. Perlu diperhatikan juga bahwa file rekaman yang digunakan ini hanya suara daun bilah gamelan saja tanpa mengandung iringan instrumental atau sebagainya. Koleksi laras suara Gamelan Bali yang

digunakan dalam proses pelatihan dan pengujian ini diperoleh dari rekaman pribadi dan rekaman konvensional.

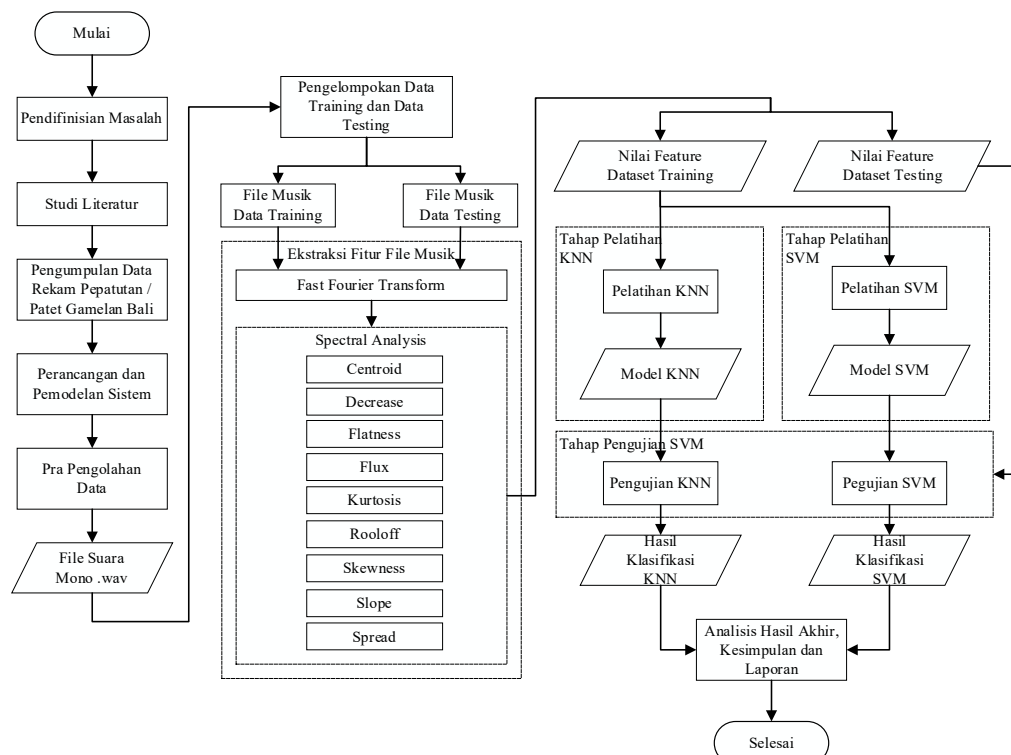
PERMASALAHAN

Penelitian ini mengidentifikasi masalah yang muncul dalam konteks cara mengajar musik Gamelan di jaman sekarang yang berbeda dengan cara mengajar di masa lampau. Akibat perbedaan ini, terdapat kesulitan bagi anak-anak jaman sekarang untuk memahami laras nada Gamelan Bali dengan baik. Mereka cenderung hanya mengetahui urutan bilah gamelan yang harus dipukul tanpa memahami secara menyeluruh tentang laras suara dan papatutan (pathet) dari Gamelan Bali [14]. Untuk mengatasi masalah ini, peneliti bermaksud untuk membangun suatu sistem yang dapat membantu mengelompokkan laras suara dalam Gamelan Bali berdasarkan papatutan atau pathet-nya. Dalam penelitian ini, akan digunakan dua algoritma machine learning, yaitu algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN) dan Support Vector Machine (SVM). Algoritma K-NN akan membantu dalam proses pengelompokan laras suara dengan memanfaatkan informasi dari data yang telah ada sebelumnya. Sedangkan algoritma SVM akan membantu dalam mengklasifikasikan laras suara berdasarkan fitur-fitur tertentu yang diambil dari setiap bunyi Gamelan Bali [14].

METODOLOGI PENELITIAN

1. Rancangan Penelitian

Rancangan yang dibangun dalam melakukan penelitian ini akan dijelaskan pada gambar



Gambar 1. Rancangan Penelitian

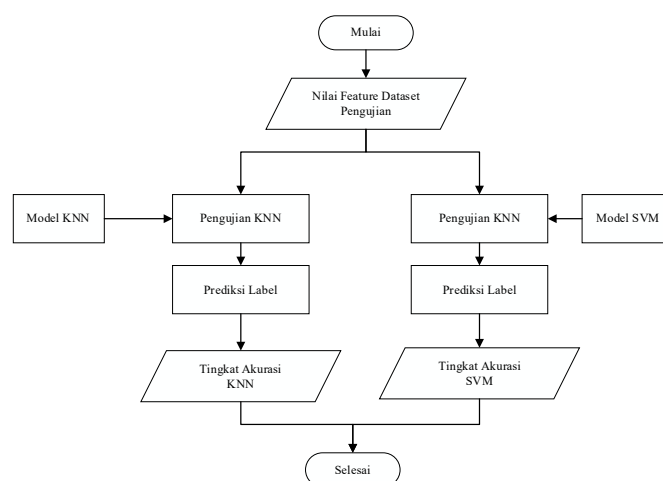
Pada gambar 1 dijelaskan rancangan penelitian ini dimulai dari mencari masalah atau mengidentifikasi masalah yang ada. Kemudian akan dilakukan studi literatur atau mempelajari data yang ada guna menentukan langkah selanjutnya. Setelah dirasa bisa selanjutnya dilakukan perancangan sistem dan pemodelan sistem akan dilakukan. Kemudian melakukan pengumpulan data disini penulis mengumpulkan data dengan cara melakukan rekaman secara mandiri. Setelah itu hasil rekaman pribadi dan di *edit* menggunakan *software editing* suara dan selanjutnya data akan dijadikan menjadi dua buah bagian yaitu dataset pelatihan dan dataset pengujian. Kemudian dataset tersebut akan diubah menggunakan *software FFT* dan menggunakan fitur *Feature extraction*. Selanjutnya sistem akan bekerja dan melakukan pengelompokan laras suara berdasarkan *pepatutan* atau *pathet* Gamelan Bali dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbors* dan *Support Vector Machine*. Kemudian hasil yang diperoleh berupa jenis *pathet* (1) *pathet selisir*, (2) *pathet panji*, (3) *tembung* (4) *pathet sunaren*, (5) *pathet baro*, (6) *pathet pengenter*, dan (7) *pathet malat* [17] [18].

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan dua cara yaitu wawancara dan melakukan perekaman [22]. Wawancara dilakukan bersifat non formal. Pertanyaan sesuai dengan kondisi di lapangan terkait adanya transisi cara mengajar jaman dulu dan sekarang yang berbeda sehingga anak jaman sekarang hanya mengetahui urutan bilah gamelannya yang mana dipukul bukan laras nada gamelannya. Kemudian dataset dari file rekaman pribadi dan rekaman konvensional dimana pada setiap jenis *pepatutan* atau *pathet* di dalamnya terdapat masing-masing 26 *dataset* hal ini dilakukan untuk tahapan pengujian menghasilkan perbandingan yang sesuai serta relevan terkait dengan pengelompokan laras suara terhadap *pepatutan* atau *pathet* gending bali diantara *training dataset* dan *testing dataset* [23] [24] [25].

3. Tahap Pengujian

Tahap pengujian unjuk kerja algoritma diukur dengan membandingkan hasil akurasi terbaik pengelompokan laras suara gamelan bali dan memperoleh waktu pemrosesan tercepat dalam hal menentukan jenis *pepatutan* atau *pathet* menggunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* dan *Support Vector Machine* [26]. Adapun alur dari proses pengujian dapat dilihat pada gambar 2.



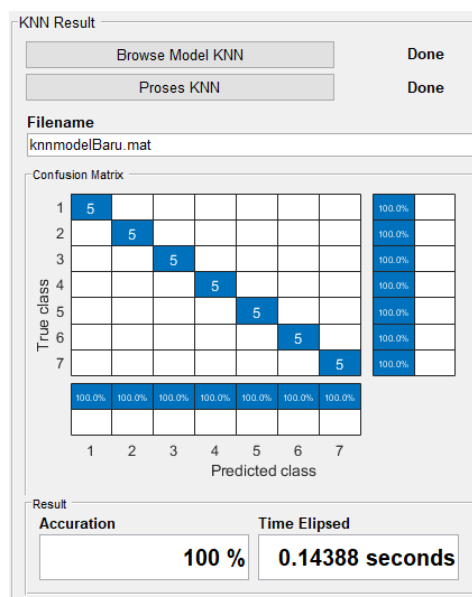
Gambar 2. Proses Pengujian

Proses pengujian klasifikasi dimulai dari input data uji yang didapatkan dari proses ekstraksi fitur data uji musik. Pengujian dilakukan menggunakan 2 buah metode yaitu metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor*. Pengujian menggunakan metode KNN diproses dari nilai fitur dataset pengujian dengan model KNN yang dihasilkan pada proses pelatihan, sehingga menghasilkan label prediksi dan diproses menggunakan metode *confusion matrix* sehingga memperoleh nilai tingkat akurasi dari proses pengujian [17]. Pengujian menggunakan metode SVM diproses dari nilai fitur dataset pengujian dengan model SVM yang dihasilkan pada proses pelatihan, sehingga menghasilkan label prediksi dan diproses menggunakan metode *confusion matrix* sehingga memperoleh nilai tingkat akurasi dari proses pengujian [18] [27].

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian KNN

Dalam tahapan pengujian sistem ini selanjutnya dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi hasil klasifikasi dari sistem menggunakan algoritma KNN. Proses ini menggunakan 35 file audio sebagai data uji yang terbagi menjadi 7 kategori *pepatutan* atau *pathet*. Pengujian dilakukan dengan memanggil model KNN yang telah dibuat pada tahap pelatihan KNN. Adapun hasil dari pengujian di tampilkan dalam bentuk *confusion matrix* pada panel KNN Result seperti gambar 3.



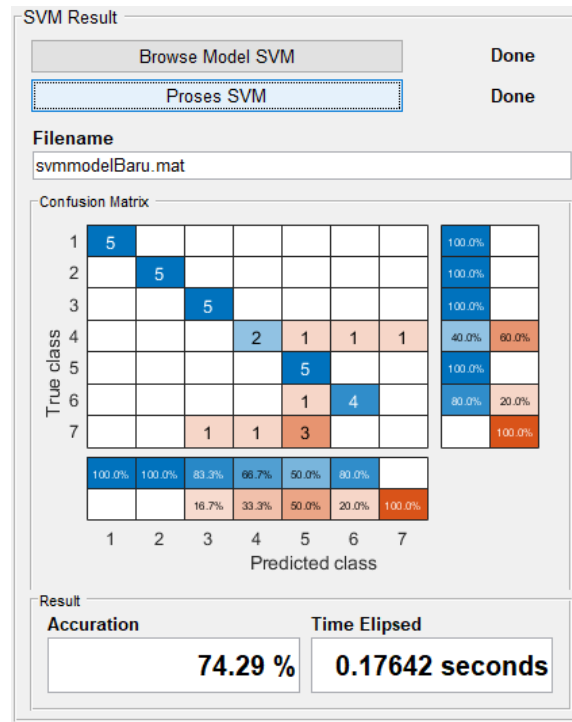
Gambar 3. Hasil Proses Klasifikasi KNN

Berdasarkan gambar 3 hasil pengujian pada metode KNN pada keseluruhan data uji memberikan hasil tingkat akurasi sebesar 100% dan waktu yang dibutuhkan dalam pengujian sebesar 0.14388 detik. Tingkat akurasi tersebut diperoleh berdasarkan hasil prediksi dari proses pengujian pada masing-masing file audio terhadap label kategori.

2. Hasil Pengujian SVM

Dalam tahapan pengujian sistem ini selanjutnya dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi hasil klasifikasi dari sistem menggunakan algoritma SVM. Proses ini menggunakan 35

file audio sebagai data uji yang terbagi menjadi 7 kategori *pepatutan* atau *pathet*. Pengujian dilakukan dengan memanggil model SVM yang telah dibuat pada tahap pelatihan SVM. Adapun hasil dari pengujian di tampilkan dalam bentuk *confusion matrix* pada panel SVM Result seperti gambar 4.



Gambar 4. Hasil Proses Klasifikasi SVM

Berdasarkan gambar 4 hasil pengujian pada metode SVM pada keseluruhan data uji memberikan hasil tingkat akurasi sebesar 74.29% dan waktu yang dibutuhkan dalam pengujian sebesar 0.17642 detik. Tingkat akurasi tersebut diperoleh berdasarkan hasil prediksi dari proses pengujian pada masing-masing file audio terhadap label kategori yang dapat dilihat pada Error! Reference source not found..

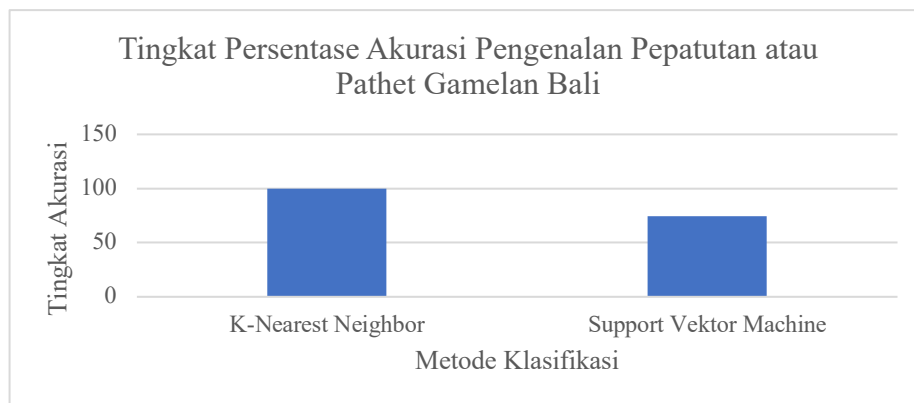
3. Perbandingan Persentase Tingkat Akurasi dan Waktu metode KNN dan SVM

Dari hasil proses pengujian berdasarkan data latih dan data uji yang telah dilakukan, diperoleh tingkat akurasi dan waktu yang diperlukan dalam proses klasifikasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Persentase Akurasi Sistem

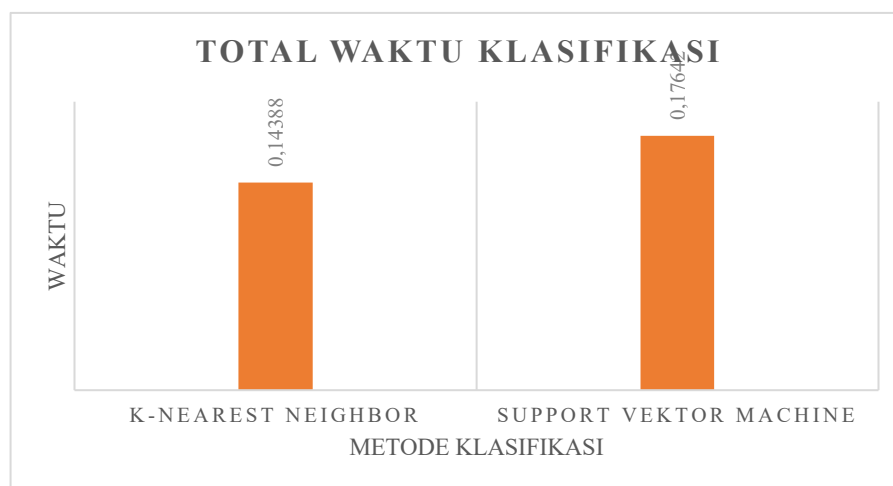
Algoritma	Tingkat Akurasi	Waktu Proses Klasifikasi
<i>K-Nearest Neighbor</i>	100	0.14388
Support Vektor Machine	74.29	0.17642

Gambar 5. menunjukkan perbandingan akurasi ketepatan klasifikasi maupun clustering data uji, hasil klasifikasi terbaik diperoleh berurut-pada algoritma KNN (100 %) dan SVM (74.29 %).



Gambar 5. Grafik Tingkat Persentase Akurasi Pengenalan *Papatutan* atau *Pathet* Gamelan Bali

Gambar 6 memberikan informasi tentang perbandingan dalam waktu yang dibutuhkan dalam melakukan proses pengujian klasifikasi *pepatutan* atau *pathet* gamelan bali.



Gambar 6. Grafik Total Waktu Klasifikasi

Proses total waktu yang dibutuhkan dalam klasifikasi dihitung dimulai dari menekan proses KNN atau proses SVM, dimana dapat dilihat pada gambar 6 bahwa algoritma K-NN membutuhkan waktu paling cepat untuk proses klasifikasi data uji yaitu 0,14388 detik dibandingkan dengan SVM yang memiliki tingkat kecepatan dalam proses klasifikasi sebesar 0,17642 detik.

K-NN menghasilkan hasil klasifikasi terbaik dan tercepat dikarenakan algoritma ini tidak membedakan setiap fitur dengan suatu bobot seperti pada algoritma lainnya dengan kata lain, K-NN berusaha menekan fitur yang tidak mempunyai kontribusi terhadap klasifikasi pada bagian bobot menjadi 0. K-NN dikenal sangat cepat dalam proses pelatihan dan klasifikasi data, karena pada prinsipnya K-NN memilih tetangga terdekat dimana menggunakan parameter jarak yaitu Euclidean distance yang sangat cocok untuk digunakan dalam menentukan jarak terdekat antar dua data [11]. Sedangkan Algoritma SVM memerlukan proses pelatihan data,

SVM juga menyimpan sebagian kecil data latih untuk digunakan kembali pada proses klasifikasi, dimana sebagian data ini tersimpan dalam support vector [28]. Kelemahan dari algoritma ini adalah dalam hal komputasi pelatihan dan klasifikasi yang rumit karena dimensi data yang digunakan dalam proses pelatihan lebih besar daripada dimensi data yang sesungguhnya [29]. Hal ini berbeda dengan algoritma lain yang umumnya mengurangi dimensi untuk memberikan kinerja yang lebih cepat dan akurasi yang lebih baik [30].

KESIMPULAN

Hasil pengujian sistem menghasilkan persentase akurasi terbaik pada algoritma K-Nearest Neighbor yaitu 100%, dimana K-NN unggul dalam perhitungan yang cepat dengan memilih data ketetanggaan terdekat sejumlah k dengan menggunakan parameter euclidean distance. Sedangkan algoritma Support Vector Machine yaitu 74,29% dimana keunggulannya dalam menyimpan sebagian kecil data latih untuk digunakan kembali pada proses klasifikasi yang tersimpan dalam support vector yang ingin dibentuk, yang mengakibatkan ada data yang tidak tepat.

K-NN menghasilkan waktu tercepat dalam pemrosesan klasifikasi yaitu 0,14388 detik, dikarenakan K-NN melakukan perhitungan tanpa bobot dalam setiap parameternya. Sedangkan algoritma SVM memerlukan waktu 0,17642 detik dimana dalam hal komputasi pelatihan dan klasifikasi yang rumit dan memerlukan waktu yang cukup lama, karena menggunakan dimensi data yang lebih besar dalam proses pelatihan daripada dimensi data yang sesungguhnya.

SARAN

Untuk pengembangan sistem selanjutnya agar penelitian yang dilakukan dapat menghasilkan hasil akurasi klasifikasi maupun clustering yang lebih baik, yaitu pada tahapan pra-pengolahan file musik dapat dicoba menggunakan file dengan format stereo *.wav dengan durasi klip musik yang lebih optimal sebagai file masukan untuk ekstraksi fitur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. W. Wiwin, "Community based tourism dalam pengembangan pariwisata Bali," *Pariwisata Budaya: Jurnal Ilmiah Agama dan Budaya*, vol. 3, no. 1, pp. 69–75, 2018.
- [2] I. G. Y. Pratama, "Fenomena Perubahan Dalam Pelestarian Budaya Mesatua Bali," *Besaung: Jurnal Seni Desain Dan Budaya*, vol. 6, no. 1, 2021.
- [3] I. M. Suweta, "Kebudayaan Bali Dalam Konteks Pengembangan Pariwisata Budaya," *Cultoure: Jurnal Ilmiah Pariwisata Budaya Hindu*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2020.
- [4] K. S. K. Wardani, "Ethnosains dalam pembelajaran berbasis content local genius (Gamelan Bali)," *Ekspose: Jurnal Penelitian Hukum dan Pendidikan*, vol. 20, no. 1, pp. 1187–1194, 2021.
- [5] I. P. A. Mahendra, H. Santosa, and N. P. Hartini, "Angganada: Sebuah Komposisi Karawitan Bali," *Virtuoso: Jurnal Pengkajian dan Penciptaan Musik*, vol. 5, no. 2, pp. 117–124, 2022.
- [6] I. W. Sukadana, "Nilai Agama Dalam Gamelan Gambang," *VIDYA WERTTA: Media*

- Komunikasi Universitas Hindu Indonesia*, vol. 1, no. 1, pp. 89–96, 2018.
- [7] N. Wijayanti and B. R. Kartawinata, “Pengaruh Financial literacy, Financial confidence, dan Locus of Control Eksternal Terhadap Personal Finance Management,” *Technomedia Journal*, vol. 8, no. 1 Juni, pp. 11–22, 2023.
- [8] T. Ayuninggati, N. Lutfiani, and S. Millah, “CRM-Based E-Business Design (Customer Relationship Management) Case Study: Shoe Washing Service Company S-Neat-Kers,” *International Journal of Cyber and IT Service Management*, vol. 1, no. 2, pp. 216–225, 2021.
- [9] S. Hendra, “EVOLUSI GAMELAN BALI: Dari Banjuran Menuju Adi Merdangga.” Pusat Penerbitan LP2MPP Institut Seni Indonesia Denpasar, 2020.
- [10] Z. Lubis, M. Zarlis, M. R. Aulia, and Y. W. Tanjung, “Strategi Optimalisasi Adopsi Teknologi Sistem Barcode di Pt. Langkat Nusantara Kepong,” *Technomedia Journal*, vol. 8, no. 1 Juni, pp. 23–34, 2023.
- [11] T. H. Fratiwi, M. Sudarma, and N. Pramaita, “Sistem Klasifikasi Musik Gamelan Angklung Bali Terhadap Suasana Hati Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor Berbasis Algoritma Genetika,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 20, no. 2, p. 265, 2021.
- [12] S. C. Pradana, “Implementasi convolutional neural network terhadap instrumen alat musik gamelan menggunakan keras,” 2018.
- [13] U. Ependi, “Implementasi Metode Ooad Pada Perancangan Kamus Istilah Akuntansi Berbasis Mobile,” *Sentika 2014*, vol. 2014, pp. 143–147, 2014.
- [14] M. Y. Pusadan, A. Ghifari, and Y. Anshori, “Implementasi Implementasi Data Mining untuk Prediksi Status Proses Persalinan pada Ibu Hamil Menggunakan Algoritma Naive Bayes,” *Technomedia Journal*, vol. 8, no. 1 Juni, pp. 137–153, 2023.
- [15] I. Handayani and R. Agustina, “Starting a Digital Business: Being a Millennial Entrepreneur Innovating,” *Startupreneur Bisnis Digital*, vol. 1, no. 2, 2022.
- [16] M. Z. Nasution, “Face recognition based feature extraction using principal component analysis (PCA),” *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 182–191, 2020.
- [17] 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.
- [18] D. A. Pisner and D. M. Schnyer, “Support vector machine,” in *Machine learning*, Elsevier, 2020, pp. 101–121.
- [19] P. N. Kamila and W. Sejati, “Perencanaan Drainase Dengan Konsep Zero Delta Run Off Pada Perumahan Permata Puri Cibubur,” *Technomedia Journal*, vol. 8, no. 1 SP, pp. 1–17, 2023.
- [20] M. R. Anwar, M. Yusup, S. Millah, and S. Purnama, “The Role of Business Incubators in Developing Local Digital Startups in Indonesia,” *Startupreneur Bisnis Digital*, vol. 1, no. 1 April, pp. 1–10, 2022.
- [21] N. Salman, “Algoritma k-Nearest Neighbor Berbasis Backward Elimination Pada Client Telemarketing,” in *SISITI: Seminar Ilmiah Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 2019, pp. 141–150.
- [22] K. A. Sugiarta, I. Cholissodin, and E. Santoso, “Optimasi K-Nearest Neighbor

- Menggunakan Bat Algorithm Untuk Klasifikasi Penyakit Ginjal Kronis,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN*, vol. 2548, p. 964X, 2020.
- [23] B. Anufia and T. Alhamid, “Instrumen Pengumpulan Data,” 2019.
- [24] A. A. Hidayat, *Menyusun instrumen penelitian & uji validitas-reliabilitas*. Health Books Publishing, 2021.
- [25] M. Makbul, “Metode pengumpulan data dan instrumen penelitian,” 2021.
- [26] H. Sastypratiwi and R. D. Nyoto, “Analisis Data Artikel Sistem Pakar Menggunakan Metode Systematic Review,” *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, vol. 6, no. 2, pp. 250–257, 2020.
- [27] R. Octaviani and E. Sutriani, “Analisis data dan pengecekan keabsahan data,” 2019.
- [28] A. L. Hananto, B. Priyatna, A. Hananto, and A. P. Nardilasari, *Data Mining: Penerapan Algoritma (SVM, Naïve Bayes, K-NN) Dan Implementasi Menggunakan Rapid Miner*. Media Sains Indonesia, 2023.
- [29] M. F. Fibrianda and A. Bhawiyuga, “Analisis Perbandingan Akurasi Deteksi Serangan Pada Jaringan Komputer Dengan Metode Naïve Bayes Dan Support Vector Machine (SVM),” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN*, vol. 2548, p. 964X, 2018.
- [30] I. G. P. M. Yusadara, “Pengelompokan Gending Bali Berdasarkan Pupuh Sekar Alit Menggunakan Algoritma Klasifikasi KNN,SVM & ID3,” vol. 87, no. 1,2, pp. 149–200, 2019.