

DETEKSI PERSAMAAN POLA GERAKAN PADA KOREOGRAFI TARI BALI

Ni Made Rai Maryati ^{*1}, Made Windu Antara Kesiman ², I Made Gede Sunarya ³

^{1,2,3}Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja

Email : ¹maderaimaryati@gmail.com, ²antara.kesiman@undiksha.ac.id, ³sunarya@undiksha.ac.id

*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 30 Januari 2023, diterima untuk diterbitkan: 26 September 2023)

Abstrak

Tarian daerah memegang peranan penting dalam tatanan kehidupan masyarakat Bali. Tarian tidak hanya sebagai hiburan tetapi juga sebagai sarana dalam kegiatan upacara keagamaan serta merupakan aset pariwisata. Jenis tari Bali cukup banyak, namun sebagian pencipta tari Bali sudah tiada. Perkembangan teknologi saat ini diharapkan dapat ikut memberikan kontribusi dalam penciptaan tarian baru. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi persamaan pola gerakan dan menghitung banyaknya gerakan yang sama pada dua atau lebih tarian berbeda yang dikelompokkan berdasarkan penciptanya. Dengan menemukan banyaknya gerakan yang sama dalam beberapa tari ciptaan seorang maestro maka ciri khas seperti variasi gerakan dan tempo tarian diharapkan dapat diketahui. Penelitian ini merupakan penelitian yang berada di bawah payung proyek COMPUDANCE (Computerization of Dances), dimana proyek ini bertujuan untuk menciptakan sebuah tarian baru dengan cara mempelajari ciri khas dari masing-masing pencipta tari Bali. Tarian baru yang tercipta tentunya memiliki nilai yang sangat tinggi karena sebagian maestro sudah tiada. Dataset dalam penelitian ini adalah 8 jenis tari Bali yang berasal dari 3 pencipta yang berbeda. Delapan tarian tersebut meliputi : Tari Margapati, Tari Panji Semirang dan Tari Wiranata diciptakan oleh I Nyoman Kaler; Tari Cendrawasih, Tari Puspanjali dan Tari Sekar Jagat diciptakan oleh N.L.N. Swasthi Wijaya Bandem; Tari Wiranjaya dan Tari Nelayan diciptakan oleh I Ketut Merdana. Untuk mendeteksi persamaan pola gerakan akan digunakan metode skeletonisasi, dilanjutkan dengan proses ekstraksi fitur bentuk menggunakan metode HOG. Data hasil ekstraksi dari satu tarian kemudian dibandingkan dengan tarian lainnya. Untuk mengukur tingkat kesamaan dari dua atau lebih citra yang berbeda digunakan metode euclidean distance, dimana akan dipilih 5 nilai ambang yaitu 1,15, 1,18, 1,20, 1,22 dan 1,25. Nilai ini didasarkan pada pengamatan secara visual yang dilakukan terhadap citra hasil proses skeletonisasi, dimana citra yang jika dilihat secara visual memiliki gerakan sama memiliki nilai ambang antara 1,15 sampai 1,25. Dengan menggunakan 5 nilai ambang tersebut didapatkan jumlah gerakan yang terdeteksi sama dari masing-masing tarian yang dikelompokkan berdasarkan penciptanya. Dari analisa terhadap hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kelompok tari ciptaan I Nyoman Kaler memiliki gerakan yang paling dinamis dengan variasi gerakan yang banyak dan memiliki tempo tarian yang paling cepat. Diurutan berikutnya adalah tari ciptaan I Ketut Merdana. Kelompok tari yang memiliki jenis gerakan yang sedikit dan tempo gerakan yang paling lambat adalah kelompok tari ciptaan N.L.N. Swasthi Wijaya Bandem. Terdapat gerakan yang sebenarnya berbeda namun terdeteksi sama dan sebaliknya terdapat pula gerakan yang sebenarnya sama namun tidak terdeteksi.

Kata-kata Kunci : tari Bali, deteksi persamaan, pola gerakan, skeleton, HOG, euclidean distance

Detection of the Similarity of Movement Patterns in Balinese Dances Choreography

Abstract

Traditional dances play an important role in the order of Balinese lives. Dances are not only an entertainment but also means of religious ceremonies and tourism assets. There are many types of Balinese dance, but some of the maestro are gone. Technology is expected to contribute of the new dances creation. The objective of this study is to detect the similarity of movement patterns in Balinese dances choreography and to calculate the same movements of several Balinese dances grouped by creator. By finding the number of the same movements in several dances that was created by a maestro, the characteristics such as variations of movements and dance tempos can be identified. This research was conducted under the framework of Project COMPUDANCE (Computerization of Dances), the goal of this project is to create a new dance by identifying the characteristics of each Balinese dance creator. The newly created dances must have a very high value because some maestros are gone. Dataset in this study are 8 types of Balinese dances come from 3 different maestros. They are Margapati Dance, Panji Semirang Dance and Wiranata Dance were created by I Nyoman Kaler; Cendrawasih Dance, Puspanjali Dance and Sekar Jagat Dance were created by N.L.N. Swasthi Wijaya Bandem; Wiranjaya Dance and Nelayan Dance were created by I Ketut Merdana. To detecting the similarity of movement patterns

we use skeletonization method, then followed by extracting shape features of the skeleton images using HOG method. We use euclidean distance method to measure the level of image similarity, there are 5 threshold values that is 1.15, 1.18, 1.20, 1.22 and 1.25. This value was chosen by visual observations of the skeleton image, where an image that visually has the same movement has a threshold value between 1.15 to 1.25. By using these 5 threshold values, the number of same movements is obtained from each dance which is grouped based on its creator. From the result of this study, it was found that the dance created by I Nyoman Kaler has the most dynamic with many variations movement and has the fastest dance tempo. Next in line is the dance created by I Ketut Merdana. The dances with slowest tempo and fewest types of movement is created by N.L.N. Swasthi Wijaya Bandem. There are some different movements that detected as the same movements. Otherwise, there are same movements but not detected.

Keywords: *Balinese dance, similarity detection, movement pattern, skeleton, HOG, euclidean distance*

1. PENDAHULUAN

Tarian daerah memegang peranan penting dalam tatanan kehidupan masyarakat Bali, dimana tari Bali merupakan aset budaya yang mencerminkan karakteristik masyarakat Bali. Tarian tidak hanya sebagai hiburan tetapi juga sebagai sarana dalam kegiatan upacara keagamaan serta merupakan aset pariwisata Bali. Sebagian masyarakat Bali bahkan menjadikan tarian sebagai mata pencarian, mereka berprofesi sebagai penari atau penabuh gamelan. Tari merupakan ungkapan perasaan manusia yang dinyatakan dengan gerakan-gerakan tubuh manusia. Dari pengertian tersebut tampak dengan jelas bahwa hakekat daripada tari adalah gerak. (Mahendra, 2018). Koreografi tari Bali memiliki pakem dan ciri khas tersendiri, untuk dapat menguasai tari Bali diperlukan pengetahuan dan latihan yang cukup sehingga dapat menarik tarian ini dengan baik dan benar.

Jenis tari Bali cukup banyak, namun sebagian pencipta atau maestro tari Bali sudah tiada. Perkembangan teknologi saat ini diharapkan dapat ikut memberikan kontribusi dalam penciptaan tarian baru. Melihat besarnya peranan tari Bali serta banyaknya aspek yang dapat dianalisa lebih jauh dalam tari Bali maka penulis akan meneliti tentang persamaan pola gerakan pada koreografi tari Bali. Penelitian ini mencoba untuk menganalisa data secara kuantitatif yaitu dengan menemukan dan menghitung banyaknya gerakan yang sama dari beberapa tari Bali yang dikelompokkan berdasarkan penciptanya. Dengan menemukan gerakan yang sama dalam beberapa tarian ciptaan seorang maestro dapat dikatakan bahwa gerakan ini merupakan ciri khas dari maestro tersebut, disamping itu ciri khas lain seperti tempo tarian diharapkan dapat diketahui dengan menemukan banyaknya gerakan yang terdeteksi sama. Penelitian ini merupakan penelitian yang berada di bawah payung proyek COMPUDANCE (Computerization of Dances) dari Virtual Vision, Image, and Pattern Research Group (<https://research.undiksha.ac.id/vvip-rg/>). Proyek COMPUDANCE sendiri bertujuan untuk menciptakan sebuah tarian baru dengan cara

mempelajari ciri khas dari masing-masing tari Bali yang dikelompokkan berdasarkan penciptanya. Dengan mengetahui ciri khas tarian dari masing-masing maestro, diharapkan nantinya dapat tercipta tarian ala maestro tersebut. Tarian baru yang tercipta ini tentunya memiliki nilai yang sangat tinggi karena sebagian maestro sudah tiada.

Penelitian tentang tari tradisional Indonesia pernah dilakukan oleh Lukman Zaman, dkk yang meneliti tentang gerakan dasar pada tari Remo (Zaman et al., 2020). Sementara penelitian tentang tari Bali pernah dilakukan oleh Made Windu Antara Kesiman, dkk dalam jurnalnya yang berjudul "Profiling Balinese Dances with Silhouette Sequence Pattern Analysis" (Kesiman et al., 2020), penelitian tersebut menganalisa pola gerakan pada 8 tari Bali yang berbeda yaitu Tari Margapati, Tari Panji Semirang, Tari Wiranata, Tari Nelayan, Tari Wiranjaya, Tari Cendrawasih, Tari Puspanjali dan Tari Sekar Jagat. Penelitian ini menerapkan 13 jenis pengukuran diantaranya jumlah pola gerakan, rata-rata jumlah gerakan tiap layer, panjang maksimal dari suatu pola gerakan, rata-rata panjang setiap pola gerakan, frekuensi maksimal kemunculan suatu pola gerakan, rata-rata frekuensi kemunculan suatu pola gerakan tiap layer, persentase minimal dari cakupan pola gerakan, persentase maksimal dari cakupan pola gerakan, persentase rata-rata dari cakupan pola gerakan, jarak antara pola gerakan, jarak minimal antar pola gerakan, jarak maksimal antar pola gerakan dan jarak rata-rata antar pola gerakan dari setiap tarian. Jadi penelitian tersebut menganalisa pola gerakan dari setiap tarian. Ekstraksi fitur bentuk yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah HOG, sementara metode yang digunakan dalam menganalisa gerakan adalah *Bag of Visual Movement* dan *Suffix Tree*. Penelitian ini hanya menggambarkan pola gerakan dari masing-masing tarian tanpa mengelompokkannya berdasarkan pencipta apalagi mencari ciri khas dari seorang maestro tari. Sementara pada penelitian ini hal yang dianalisa adalah mendeteksi banyaknya pola gerakan yang sama pada dua atau lebih tari Bali yang dikelompokkan berdasarkan penciptanya serta mencari ciri khas dari seorang maestro tari, dengan mengetahui ciri khas tarian dari seorang

maestro diharapkan nantinya dapat tercipta tarian ala maestro tersebut. Tarian baru yang tercipta ini tentunya memiliki nilai yang sangat tinggi karena sebagian maestro sudah tiada. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Skeletonisasi dan Euclidian Distance. Dataset yang diolah dalam penelitian ini berasal dari dataset proyek COMPUDANCE yang terdiri dari 8 tarian yang berasal dari 3 pencipta yang berbeda. Kedelapan tarian tersebut yaitu Tari Puspanjali, Tari Sekarjagat dan Tari Cendrawasih diciptakan oleh N.L.N Swasthi Wijaya Bandem, Tari Wiranjaya dan Tari Nelayan diciptakan oleh I Ketut Merdana, Tari Margapati, Tari Wiranata dan Tari Panji semirang diciptakan oleh I Nyoman Kaler.

Sementara Jurnal penelitian yang membahas tentang metode skeletonisasi diantaranya adalah jurnal yang berjudul "Skeletonization Algorithm for Binary Images" ditulis oleh Waled Abu-Ain, dkk (Abu-Ain et al., 2013), artikel ini membahas tentang metode skeletonisasi untuk citra biner. Jurnal lain yang juga membahas metode skeletonisasi berjudul "Segmentasi Skeleton Manusia dengan Menggunakan Metode Median Filter dan Thining" ditulis oleh A. Hardianti (Hardianti, 2018), jurnal ini membahas tentang penerapan metode skeletonisasi dalam menganalisa gaya berjalan seseorang.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan pada penelitian ini terdiri dari studi pustaka, pengumpulan data, pengolahan data dan pengujian.

2.1 Metode Pengumpulan Data

Data yang diolah dalam penelitian ini adalah *frame* citra 2 dimensi. *Frame* ini merupakan hasil konversi dari sebuah video tarian. Video diambil dengan cara melakukan proses perekaman terhadap seorang penari wanita yang sedang menarikan tari Bali dengan menggunakan pakaian hitam dan latar belakang putih, hal ini bertujuan agar mempermudah proses pemisahan objek dengan latar belakangnya. Data yang diolah dalam penelitian ini bersumber dari dataset proyek COMPUDANCE. Dataset terdiri dari 8 jenis tarian yang diciptakan oleh 3 maestro yang berbeda seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Dataset Tarian

No	Nama Tarian	Pencipta
1	Margapati	I Nyoman Kaler
2	Panji Semirang	I Nyoman Kaler
3	Wiranata	I Nyoman Kaler
4	Cendrawasih	N.L.N. Swasthi Wijaya Bandem
5	Puspanjali	N.L.N. Swasthi Wijaya Bandem
6	Sekar Jagat	N.L.N. Swasthi Wijaya Bandem
7	Nelayan	I Ketut Merdana
8	Wiranjaya	I Ketut Merdana

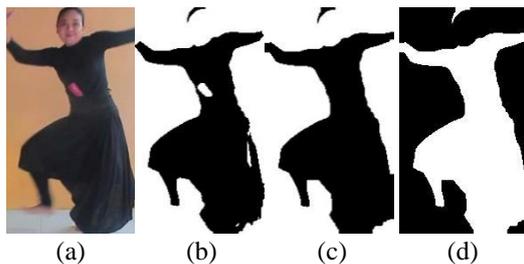
2.2 Pengolahan Data

Pengolahan data terdiri dari beberapa tahapan yaitu *preprocessing*, skeletonisasi citra, ekstraksi fitur bentuk, mendeteksi persamaan gerakan serta menghitung banyaknya gerakan yang sama. Penelitian ini menggunakan metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) dalam mengekstraksi fitur bentuk karena metode ini sering digunakan untuk mendeteksi bentuk tubuh manusia. Sementara untuk menentukan apakah suatu gerakan terdeteksi sama atau tidak digunakan *euclidian distance* karena metode ini sering digunakan untuk menghitung nilai kesamaan dari dua buah vektor.

a. Preprocessing

Tahap *preprocessing* diawali dengan proses memotong (*cropping*) yang bertujuan untuk menghilangkan latar belakang termasuk objek lain selain penari seperti objek jendela, tiang, tanaman dan lain sebagainya. Proses memotong ini dilakukan dengan cara menentukan titik tengah dari citra, kemudian mengukur ke arah kanan, kiri, atas dan bawah lalu memotong citra ke ukuran baru yaitu 300 x 350 piksel, proses selanjutnya adalah mencari nilai koordinat sumbu X dan Y yang mengandung piksel warna hitam (sesuai baju penari) pada posisi pojok kiri atas dan pojok kanan bawah, selanjutnya citra dipotong sesuai koordinat tersebut. Proses ini menghasilkan citra dengan ukuran beragam sesuai dengan ukuran objek penari pada citra. Suatu citra yang akan dibandingkan harus memiliki ukuran atau resolusi yang sama, oleh sebab itu sebelum proses ekstraksi fitur bentuk dengan HOG maka ukuran seluruh citra diseragamkan yaitu dikembalikan ke ukuran awal citra yaitu 300 x 350 piksel. Proses menyeragamkan ukuran ini dilakukan dengan cara menambahkan latar belakang pada bagian kiri, kanan dan atas citra. Selanjutnya citra dikonversi menjadi citra biner. Citra biner adalah citra yang terdiri dari 2 jenis warna pada umumnya hitam dan putih. Operasi binerisasi diawali dengan menghitung atau menentukan nilai *threshold*. Setelah didapatkan nilai *threshold* kemudian dilakukan operasi binerisasi dimana jika piksel pada posisi (x,y) pada citra input memiliki nilai keabuan (*gray level*) yang lebih tinggi dibandingkan nilai *threshold* maka piksel (x,y) pada citra *output* ditandai sebagai latar belakang, sedangkan jika piksel (x,y) pada citra input memiliki nilai keabuan yang sama dengan atau lebih kecil dibandingkan nilai *threshold* maka piksel (x,y) pada citra *output* ditandai sebagai objek (Trier and Taxt, 1995). Proses selanjutnya adalah menutup celah kecil yang terdapat pada objek dengan menggunakan operasi *opening* menggunakan kernel berukuran 10 x 10 piksel, hal ini perlu dilakukan karena celah ini dapat merusak bentuk *skeleton* dari citra tersebut. Operasi *opening* merupakan bagian dari operasi *morphologi* pada citra, dimana operasi ini akan menghasilkan

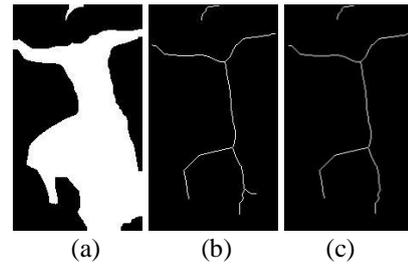
perubahan bentuk dari citra aslinya. (Fisher et al., 2003). Operasi opening akan menghapus objek yang berukuran lebih kecil dari kernel. Operasi opening bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra dengan menghapus *noise* yang mengganggu dan memperbaiki bentuk objek. (Said, Jambek and Sulaiman, 2016). Selanjutnya dilakukan operasi negasi citra. Negasi citra (*invert images*) merupakan proses penggantian warna, untuk piksel berwarna putih diganti dengan piksel berwarna hitam. Sedangkan piksel berwarna hitam diganti dengan piksel berwarna putih (Syafi'i, Wahyuningrum and Muntasa, 2015)



Gambar 1 Preprocessing pada Citra. (a)Citra Asli. (b)Citra Biner. (c)Citra hasil Operasi Opening. (d)Citra hasil Operasi Negasi

b. Skeletonisasi Citra

Dalam membandingkan 2 atau lebih tarian, ada kalanya satu tarian ditarikan oleh penari dengan postur tubuh kurus dan tarian lainnya ditarikan oleh penari dengan postur yang gendut, disini penulis merasa perlu menerapkan metode skeletonisasi yang akan lebih menyeragamkan bentuk objek (penari) pada tarian yang berbeda. Dengan citra *skeleton* proses ekstraksi fitur juga akan menjadi lebih cepat dan memori yang diperlukan relatif lebih sedikit karena jumlah piksel dari objek yang lebih sedikit. Skeletonisasi atau dikenal juga dengan *thining* merupakan suatu proses yang menipiskan kontur hingga mencapai lebar 1 piksel (Abu-Ain et al., 2013). Salah satu metode dalam proses skeletonisasi citra adalah algoritma Lee. Algoritma ini diperkenalkan oleh Ta-Chin Lee, Rangami L Kasyap dan Chong-Nam Chu dalam jurnal ilmiahnya yang berjudul "Building Skeleton Models via 3-D Media Surface/Axis Thining Algorithms" (Lee and Kasyap, 1994). Algoritma Lee menggunakan *preprocessing* untuk menghilangkan *noise* sebelum menerapkan proses *thining* dan menggunakan *postprocessor* untuk menghapus cabang yang dihasilkan dengan cara melakukan *thresholding* terhadap lebar dari setiap lengkungan/garis yang dihasilkan dari proses *thining*.



Gambar 2 Operasi Skeletonisasi pada Citra. (a)Citra Invers. (b)Citra Skeleton. (c)Citra hasil Operasi Pruning

Citra *skeleton* selanjutnya dirapikan dengan cara menghilangkan atau memangkas (*pruning*) cabang-cabang yang berukuran kurang dari atau sama dengan 30 piksel, seperti yang terlihat pada Gambar 2. *Pruning* bertujuan untuk menghilangkan cabang yang tidak diinginkan tanpa mengubah bentuk topologi dari suatu *skeleton*. (Alejandra Pinilla-Buitrago dkk., 2014)

c. Ekstraksi Fitur dengan Metode Histogram of Oriented Gradients (HOG)

Salah satu ekstraksi fitur bentuk yang sering digunakan dalam mengenali bentuk tubuh manusia adalah *Histogram of Oriented Gradients* (HOG). HOG diperkenalkan oleh Naveet Dalal dan Bill Trigs pada tahun 2005. Ide dasar dari HOG adalah bahwa tampilan dan bentuk objek lokal dapat digambarkan cukup baik melalui distribusi gradien intensitas lokal atau arah tepi. (Dalal and Triggs, 2005) HOG diimplementasikan dengan cara membagi citra menjadi daerah spasial berukuran kecil ("*cell*"), setiap *cell* akan diakumulasi dalam bentuk histogram lokal 1D yang menunjukkan arah gradien atau orientasi tepi dari setiap piksel yang ada di dalam *cell*. Nilai gradien pada setiap piksel citra $I(x,y)$ dihasilkan dari *derivative* f_x dan f_y pada sumbu x dan y dengan cara melakukan konvolusi menggunakan *filter mask* $[-1 \ 0 \ 1]$ dan $[-1 \ 0 \ 1]^T$, seperti pada persamaan di bawah ini.

$$f_x = I \otimes [-1 \ 0 \ 1]$$

$$f_y = I \otimes [-1 \ 0 \ 1]^T$$

Gabungan dari seluruh histogram tersebut membentuk representasi / gambaran citra (Chang, I. Xiaoqing, F. Chi, 2011). Citra *skeleton* yang dihasilkan selanjutnya diproses menggunakan ekstraksi fitur bentuk HOG, proses ini menghasilkan data dalam bentuk matriks.

d. Mengukur Tingkat Kesamaan Citra dengan Euclidian Distance

Matriks yang dihasilkan dari proses ekstraksi fitur bentuk menggunakan metode HOG selanjutnya dibandingkan atau di hitung nilai jaraknya (*distance*) menggunakan metode Euclidian Distance. Euclidean Distance adalah metode perhitungan jarak yang sering digunakan untuk menghitung nilai kesamaan dari dua buah vektor. Euclidean Distance adalah jarak diantara 2 titik dalam garis lurus. Metode ini didasarkan pada

teorema Phitagoras. Rumus dari Euclidian Distance digambarkan seperti pada persamaan di bawah ini.

$$d_{uv} = \sqrt{\sum_{k=1}^k (x_{uk} - x_{vk})^2}$$

Keterangan :

d_{uv} = distance / jarak perhitungan kemiripan

k = jumlah vektor

x_{uk} = vektor citra pertama

x_{vk} = vektor citra kedua

Euclidean Distance sering digunakan pada metode mesin *learning*. (Viriyavisuthisakul et al., 2015). Dalam penelitian ini akan diujicoba 5 nilai *distance* (jarak) atau dalam penelitian ini disebut nilai ambang yaitu nilai 1,15, 1,18, 1,20, 1,22 dan 1,25. Dimana citra yang memiliki nilai jarak \leq nilai ambang dianggap sama sementara citra yang memiliki nilai jarak $>$ nilai ambang dianggap tidak sama. Nilai ambang ini dipilih berdasarkan pengamatan secara visual yang dilakukan terhadap citra hasil dari proses skeletonisasi. Dimana citra yang jika dilihat secara visual memiliki gerakan sama memiliki nilai ambang antara 1,15 sampai 1,25.

Dalam penelitian ini dikembangkan sebuah program yang hanya dapat mendeteksi dan menghitung banyaknya gerakan yang sama dari 2 tarian yang berbeda. Secara umum langkah yang dilakukan dalam proses tersebut adalah sebagai berikut:

1. Satu *frame* pada tarian pertama (A) mulai dari *frame* ke 1 akan dibandingkan dengan seluruh *frame* pada tarian kedua (B) mulai dari *frame* ke 1 sampai terakhir; Proses membandingkan ini dilakukan dengan cara menghitung nilai jarak dari kedua *frame* tersebut;
2. Jika nilai jarak \leq nilai ambang maka *frame* akan dianggap memiliki gerakan yang sama dan posisi A dipindah ke *frame* berikutnya, posisi B juga dipindah ke *frame* berikutnya.
3. Kemudian dicek lagi nilai jarak dari *frame* A dan *frame* B, jika nilai jarak \leq nilai ambang maka akan kembali ke langkah 2, namun jika nilai jarak $>$ nilai ambang (indikasi gerakan berbeda) maka proses dilanjutkan ke langkah 1 yaitu melanjutkan perbandingan sampai *frame* terakhir pada tari A dan *frame* terakhir pada tari B;
4. Kumpulan dari pasangan *frame* dengan nilai jarak \leq nilai ambang dan ada pada posisi yang berurutan dengan jumlah *frame* adalah 5 atau lebih inilah yang dimaksud dengan 1 gerakan.

e. Menghitung Banyaknya Gerakan yang Sama

Tahap terakhir adalah menghitung banyaknya gerakan yang sama. Dalam penelitian ini 1 gerakan terdiri dari minimal 5 *frame* yang berurutan.

Adanya gerakan pada tari A yang dilakukan berulang pada tari B akan dihitung kembali. Begitu pula sebaliknya jika gerakan pada tari B dilakukan berulang pada tari A, gerakan ini akan dihitung kembali. Dalam penelitian ini dikembangkan program yang dapat mendeteksi dan menghitung banyaknya gerakan yang sama dari 2 tarian yang berbeda. Urutan *frame* yang terdeteksi sama akan dimasukkan ke dalam folder tertentu. Untuk membandingkan 3 atau lebih tarian maka citra di dalam folder inilah yang dijadikan *input* untuk dibandingkan dengan tarian ketiga. Hasil dari perbandingan inilah yang akan dijadikan hasil akhir dalam membandingkan 3 tarian yang berbeda.

f. Pengujian

Berbagai metode yang diusulkan dalam penelitian ini diimplementasi dalam bentuk program yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python. Python adalah bahasa pemrograman yang *powerfull* dan cukup mudah dipelajari. (Anon., 2001) Program yang dibuat ini digunakan untuk menguji seluruh dataset. *Output* yang dihasilkan dalam proses ujicoba dataset ini terdiri dari 2 bentuk *file* yaitu:

- 1) *File* gambar dengan ekstension .jpg atau bisa disebut dengan plot, dimana gambar ini menampilkan pasangan *frame* yang terdeteksi sebagai gerakan yang sama dan nilai jarak dari kedua *frame* tersebut, seperti yang terlihat pada Gambar 3.

1.1:TariMargapati/6.jpg & TariPanjiSemirang/336.jpg=1.12



Gambar 3 File Gambar (Plot)

- 2) *File* text dengan ekstension .txt yang menyimpan nomor gerakan, nama file dan nilai jarak dari *frame* yang terdeteksi sebagai gerakan yang sama.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian

Dataset dalam penelitian ini terdiri dari 8 tarian yang berasal dari 3 pencipta yang berbeda. Proses deteksi persamaan pola gerakan akan dilakukan terhadap tarian yang berasal dari pencipta yang sama. Sehingga hasil dari penelitian ini akan dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu tari ciptaan I Nyoman Kaler, tari ciptaan N.L.N. Swasthi Wijaya Bandem dan tari ciptaan I Ketut Merdana. Banyaknya gerakan yang terdeteksi dari masing-masing pencipta tari terlihat seperti pada Tabel 2.

Sebagai gambaran dari output yang dihasilkan dalam penelitian ini, maka akan dipaparkan secara detail gerakan yang terdeteksi

sama dari salah satu kelompok tarian yaitu kelompok tari ciptaan I Nyoman Kaler dengan nilai ambang 1,20. Untuk tari ciptaan I Nyoman Kaler yaitu Tari Margapati, Tari Panji Semirang dan Tari Wiranata dengan nilai ambang 1,20 terdapat 2 urutan *frame* yang terdeteksi sama. Nilai jarak dari masing-masing pasangan *frame* yang terdeteksi

sama dapat dilihat seperti pada Tabel 3. Sementara untuk tampilan citra dari *frame* yang terdeteksi sama untuk kelompok tari ciptaan I Nyoman Kaler dengan nilai ambang 1,20 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 2. Banyaknya gerakan yang terdeteksi sama

No	Nama Tarian	Nama Pencipta	Banyaknya Gerakan yang Terdeteksi Sama				
			Nilai Ambang 1,15	Nilai Ambang 1,18	Nilai Ambang 1,20	Nilai Ambang 1,22	Nilai Ambang 1,25
1	Margapati	I Nyoman Kaler	0	1	2	15	50
2	Panji Semirang						
3	Wiranata						
4	Cendrawasih	N.L.N.	5	26	36	337	362
5	Puspanjali						
6	Sekar Jagat	Bandem	17	39	78	165	296
7	Nelayan	I Ketut Merdana					
8	Wiranjaya						

Tabel 3. Urutan *frame* yang terdeteksi sama pada tari ciptaan I Nyoman Kaler

No	Nilai jarak Tari Margapati dan Tari Panji Semirang	Nilai jarak Tari Margapati, Tari Panji Semirang dan Tari Wiranata
1	<p>Tari Margapati <i>frame</i> 410-414 terdeteksi sama dengan Tari Panji Semirang <i>frame</i> 55-59 sebagai berikut:</p> <p>184.1:TariMargapati/410.jpg&TariPanjiSemirang/55.jpg=1.2</p> <p>184.2:TariMargapati/411.jpg&TariPanjiSemirang/56.jpg=1.15</p> <p>184.3:TariMargapati/412.jpg&TariPanjiSemirang/57.jpg=1.15</p> <p>184.4:TariMargapati/413.jpg&TariPanjiSemirang/58.jpg=1.1</p> <p>184.5:TariMargapati/414.jpg&TariPanjiSemirang/59.jpg=1.11</p>	<p>Tari Panji Semirang <i>frame</i> 55-59 terdeteksi sama dengan Tari Wiranata <i>frame</i> 436-440 sebagai berikut:</p> <p>2.1:MP_TariPanjiSemirang/55.jpg&TariWiranata/436.jpg=1.17</p> <p>2.2:MP_TariPanjiSemirang/56.jpg&TariWiranata/437.jpg=1.18</p> <p>2.3:MP_TariPanjiSemirang/57.jpg&TariWiranata/438.jpg=1.14</p> <p>2.4:MP_TariPanjiSemirang/58.jpg&TariWiranata/439.jpg=1.19</p> <p>2.5:MP_TariPanjiSemirang/59.jpg&TariWiranata/440.jpg=1.15</p>
2	<p>Tari Margapati <i>frame</i> 72-76 terdeteksi sama dengan Tari Panji Semirang <i>frame</i> 131-135 sebagai berikut:</p> <p>53.2:TariMargapati/72.jpg&TariPanjiSemirang/131.jpg=1.11</p> <p>53.3:TariMargapati/73.jpg&TariPanjiSemirang/132.jpg=1.19</p> <p>53.4:TariMargapati/74.jpg&TariPanjiSemirang/133.jpg=1.18</p> <p>53.5:TariMargapati/75.jpg&TariPanjiSemirang/134.jpg=1.14</p> <p>53.6:TariMargapati/76.jpg&TariPanjiSemirang/135.jpg=1.15</p>	<p>Tari Panji Semirang <i>frame</i> 131-135 terdeteksi sama dengan Tari Wiranata <i>frame</i> 436-440 sebagai berikut:</p> <p>3.1:MP_TariPanjiSemirang/131.jpg&TariWiranata/436.jpg=1.19</p> <p>3.2:MP_TariPanjiSemirang/132.jpg&TariWiranata/437.jpg=1.19</p> <p>3.3:MP_TariPanjiSemirang/133.jpg&TariWiranata/438.jpg=1.16</p> <p>3.4:MP_TariPanjiSemirang/134.jpg&TariWiranata/439.jpg=1.17</p> <p>3.5:MP_TariPanjiSemirang/135.jpg&TariWiranata/440.jpg=1.14</p>

Tabel 4. Tampilan citra dari urutan *frame* yang terdeteksi sama pada tari ciptaan I Nyoman Kaler dengan nilai ambang 1,20

No	Frame 1	Frame 2	Frame 3	Frame 4	Frame 5
1					
	<p><i>Skeleton</i></p>				
	<p>Tari Margapati dan Tari Panji Semirang</p>				

No	Frame 1	Frame 2	Frame 3	Frame 4	Frame 5
<i>Skeleton</i> Tari Panji Semirang dan Tari Wiranata Tari Wiranata (436-440)					
2 Tari Margapati (frame 72- 76)					
<i>Skeleton</i> Tari Margapati dan Tari Panji Semirang Tari Panji Semirang (frame 131-135)					
<i>Skeleton</i> Tari Panji Semirang dan Tari Wiranata Tari Wiranata (436-440)					

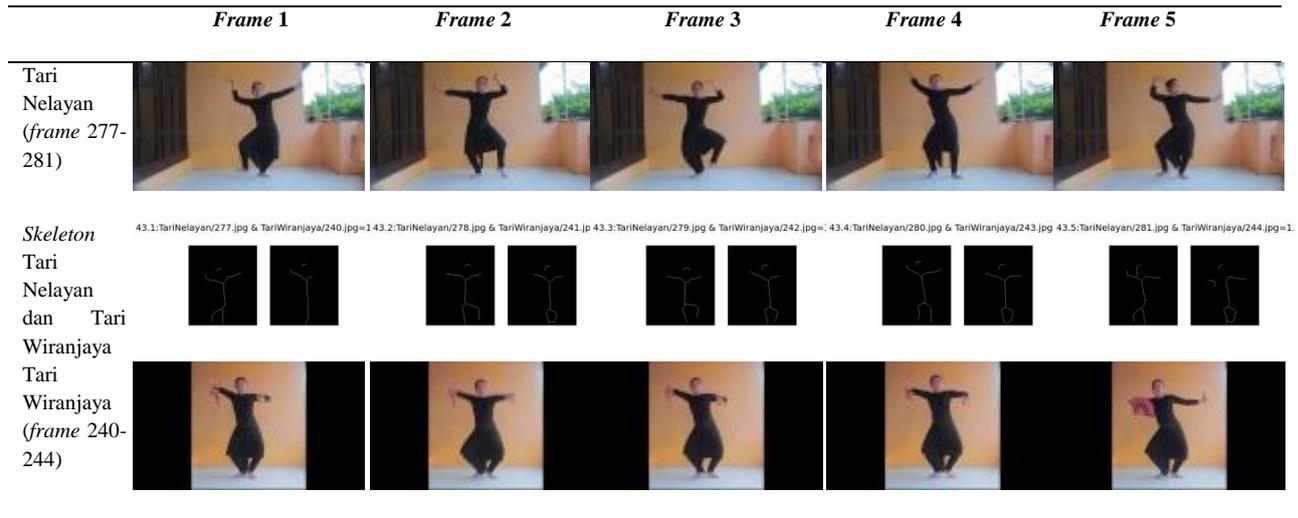
Tabel 5. Urutan frame yang memperlihatkan posisi tubuh yang tidak terlihat pada citra skeleton

	Frame 1	Frame 2	Frame 3	Frame 4	Frame 5
Nilai jarak	CP_TariPuspanjali/253.jpg&TariSekarJagat/349.jpg=1.03	CP_TariPuspanjali/254.jpg&TariSekarJagat/350.jpg=1.0	CP_TariPuspanjali/255.jpg&TariSekarJagat/351.jpg=1.1	CP_TariPuspanjali/256.jpg&TariSekarJagat/352.jpg=1.13	CP_TariPuspanjali/257.jpg&TariSekarJagat/353.jpg=1.15

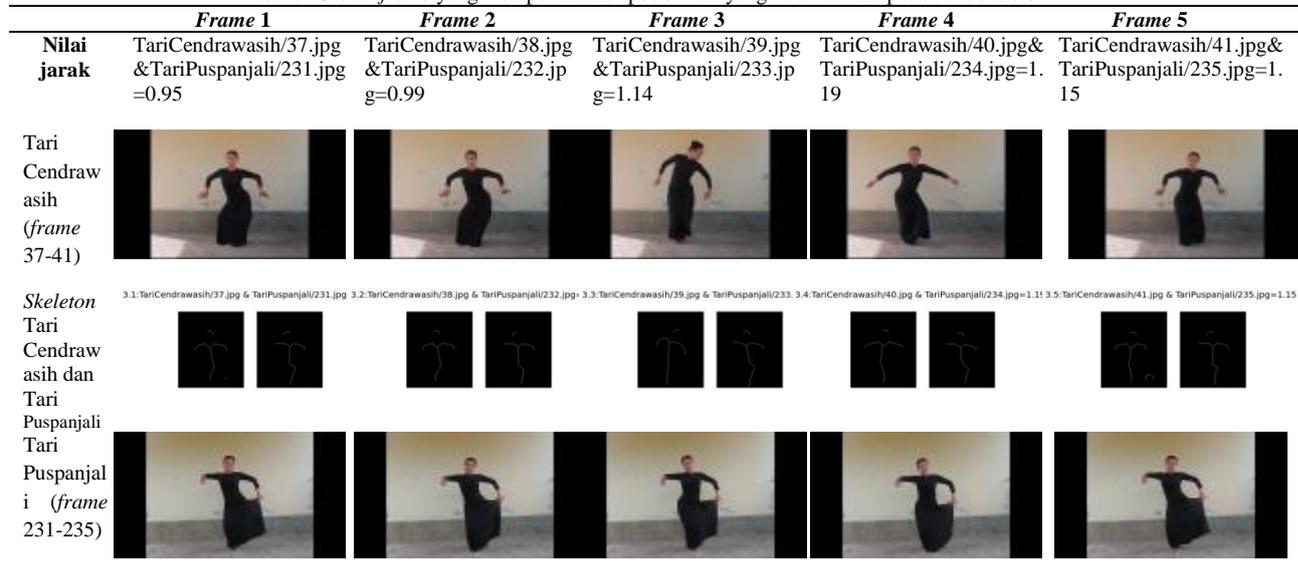
Tari Puspanjali (frame 253-257)					
<i>Skeleton</i> Tari Puspanjali dan Tari Sekar Jagat Tari Sekar Jagat (349- 353)					

Tabel 6. Urutan frame yang memperlihatkan posisi tangan yang tidak terlihat pada citra skeleton

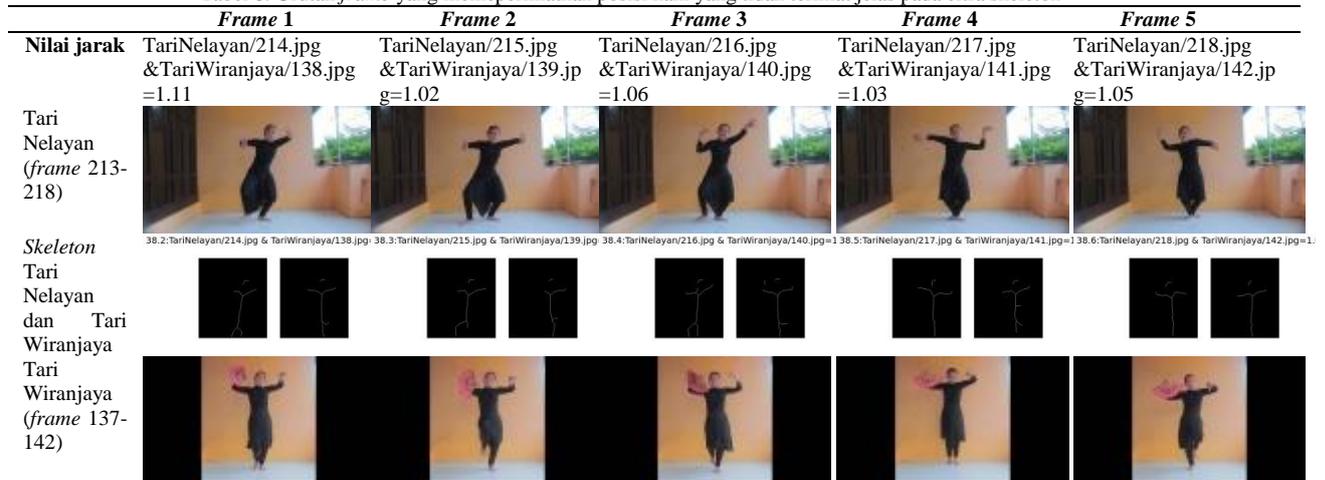
	Frame 1	Frame 2	Frame 3	Frame 4	Frame 5
Nilai jarak	TariNelayan/277.jpg&TariWiranjaya/240.jpg=1.18	TariNelayan/278.jpg&TariWiranjaya/241.jpg=1.11	TariNelayan/279.jpg&TariWiranjaya/242.jpg=1.17	TariNelayan/280.jpg&TariWiranjaya/243.jpg=1.19	TariNelayan/281.jpg&TariWiranjaya/244.jpg=1.16



Tabel 7. Urutan frame yang memperlihatkan posisi kain yang tidak terlihat pada citra skeleton



Tabel 8. Urutan frame yang memperlihatkan posisi kaki yang tidak terlihat jelas pada citra skeleton



Tabel 9. Urutan frame yang memperlihatkan adanya jarak objek dengan kamera yang berbeda

	Frame 1	Frame 2	Frame 3	Frame 4	Frame 5
Nilai jarak	TariMargapati/428.jpg dan	TariMargapati/429.jpg dan	TariMargapati/430.jpg dan	TariMargapati/431.jpg dan	TariMargapati/432.jpg dan

	Frame 1	Frame 2	Frame 3	Frame 4	Frame 5
	TariWiranata/302.jpg = 1.01	TariWiranata/303.jpg = 1.19	TariWiranata/304.jpg = 1.28	TariWiranata/305.jpg = 1.27	TariWiranata/306.jpg = 1.32
Tari Margapati (428-432)					
Skeleton Tari Margapati dan Tari Wiranata					
Tari Wiranata (302-306)					

Tabel 10. Urutan *frame* yang memperlihatkan posisi berdiri yang berpengaruh pada tinggi objek

	Frame 1	Frame 2	Frame 3	Frame 4	Frame 5
Nilai jarak	TariMargapati/274.jpg dan TariPanjiSemirang/9.jpg = 1.22	TariMargapati/275.jpg dan TariPanjiSemirang/10.jpg = 1.27	TariMargapati/276.jpg dan TariPanjiSemirang/11.jpg = 1.27	TariMargapati/277.jpg dan TariPanjiSemirang/12.jpg = 1.27	TariMargapati/278.jpg dan TariPanjiSemirang/13.jpg = 1.16
Tari Margapati (274-278)					
Skeleton Tari Margapati dan Tari Wiranata					
Tari Panji Semirang (9-13)					

3.2 Analisa Terhadap Hasil Pengujian

Salah satu tujuan dalam penelitian ini adalah mendeteksi banyaknya gerakan yang sama dari 8 tarian yang dikelompokkan berdasarkan penciptanya. Nilai ambang yang diuji coba dalam penelitian ini ada 5 nilai yaitu 1,15, 1,18, 1,20, 1,22 dan 1,25. Dari hasil ujicoba terhadap tarian yang dikelompokkan berdasarkan penciptanya yaitu kelompok tari ciptaan I Nyoman Kaler, N.L.N. Swasthi Wijaya Bandem dan I Ketut Merdana seperti data yang terlihat pada tabel 2, dapat disimpulkan bahwa kelompok tari ciptaan I Nyoman Kaler yang terdiri dari 3 tarian yaitu Tari Margapati, Tari Panji Semirang dan Tari Wiranata memiliki gerakan terdeteksi sama paling sedikit, yang menandakan bahwa kelompok tari ini memiliki gerakan yang paling dinamis dengan variasi gerakan yang banyak dan memiliki tempo tarian yang paling cepat, diurutkan berikutnya adalah tari ciptaan I Ketut Merdana yang terdiri dari 2 tarian yaitu Tari Nelayan dan Tari Wiranjaya, sedangkan kelompok tari yang memiliki jenis gerakan yang paling sedikit dan tempo gerakan yang paling lambat adalah kelompok tari ciptaan N.L.N. Swasthi Wijaya Bandem yang terdiri dari 3

tarian yaitu Tari Cendrawasih, Tari Puspanjali dan Tari Sekar Jagat.

Pada penelitian sebelumnya yaitu penelitan yang berjudul “Profiling Balinese Dances with Silhouette Sequence Pattern Analysis” (Kesiman et al., 2020), untuk tari Sekar Jagat memiliki hasil analisa terhadap 13 jenis pengukuran diantaranya pola gerakan adalah 72 pola, rata rata jumlah gerakan tiap layer adalah 4,2353 pola, panjang maksimal dari suatu pola gerakan adalah 9 *frame*, rata-rata panjang setiap pola gerakan adalah 6,125 *frame*, frekuensi maksimal kemunculan suatu pola gerakan adalah 3 kali, rata-rata frekuensi kemunculan suatu pola gerakan tiap layer adalah 2,0417 kali, persentase minimal dari cakupan pola gerakan adalah 3,4%, persentase maksimal dari cakupan pola gerakan adalah 15,8%, persentase rata-rata dari cakupan pola gerakan adalah 9,1647%, jarak antara pola gerakan adalah 75, jarak minimal antar pola gerakan adalah 5 *frame*, jarak maksimal antar pola gerakan adalah 389 *frame* dan jarak rata-rata antar pola gerakan adalah 51,2 *frame*. Untuk tari Puspanjali memiliki hasil analisa sebagai berikut, pola gerakan adalah 154 pola, rata rata jumlah gerakan tiap layer adalah 9.0588 pola, panjang maksimal dari suatu pola gerakan adalah

15 *frame*, rata-rata panjang setiap pola gerakan adalah 6.5844 *frame*, frekuensi maksimal kemunculan suatu pola gerakan adalah 3 kali, rata-rata frekuensi kemunculan suatu pola gerakan tiap layer adalah 2.0195 kali, persentase minimal dari cakupan pola gerakan adalah 11,6%, persentase maksimal dari cakupan pola gerakan adalah 44,8%, persentase rata-rata dari cakupan pola gerakan adalah 21,5294%, jarak antara pola gerakan adalah 157, jarak minimal antar pola gerakan adalah 6 *frame*, jarak maksimal antar pola gerakan adalah 383 *frame* dan jarak rata-rata antar pola gerakan adalah 87.7516 *frame*. Untuk tari Cendrawasih memiliki hasil analisa sebagai berikut diantaranya pola gerakan adalah 4 pola, rata-rata jumlah gerakan tiap layer adalah 0,23529 pola, panjang maksimal dari suatu pola gerakan adalah 6 *frame*, rata-rata panjang setiap pola gerakan adalah 5,25 *frame*, frekuensi maksimal kemunculan suatu pola gerakan adalah 2 kali, rata-rata frekuensi kemunculan suatu pola gerakan tiap layer adalah 2 kali, persentase minimal dari cakupan pola gerakan adalah 0%, persentase maksimal dari cakupan pola gerakan adalah 5,7239%, persentase rata-rata dari cakupan pola gerakan adalah 0,73282%, jarak antara pola gerakan adalah 4, jarak minimal antar pola gerakan adalah 8 *frame*, jarak maksimal antar pola gerakan adalah 203 *frame* dan jarak rata-rata antar pola gerakan adalah 58 *frame*. Untuk tari Wiranjaya memiliki hasil analisa sebagai berikut, pola gerakan adalah 132 pola, rata-rata jumlah gerakan tiap layer adalah 7,7647 pola, panjang maksimal dari suatu pola gerakan adalah 21 *frame*, rata-rata panjang setiap pola gerakan adalah 7,0227 *frame*, frekuensi maksimal kemunculan suatu pola gerakan adalah 3 kali, rata-rata frekuensi kemunculan suatu pola gerakan tiap layer adalah 2,0303 kali, persentase minimal dari cakupan pola gerakan adalah 4,2%, persentase maksimal dari cakupan pola gerakan adalah 34%, persentase rata-rata dari cakupan pola gerakan adalah 17,2471 %, jarak antara pola gerakan adalah 136, jarak minimal antar pola gerakan adalah 6 *frame*, jarak maksimal antar pola gerakan adalah 367 *frame* dan jarak rata-rata antar pola gerakan adalah 81,4926 *frame*. Untuk tari Nelayan memiliki hasil analisa sebagai berikut, pola gerakan adalah 83 pola, rata-rata jumlah gerakan tiap layer adalah 4,8824 pola, panjang maksimal dari suatu pola gerakan adalah 14 *frame*, rata-rata panjang setiap pola gerakan adalah 6,3614 *frame*, frekuensi maksimal kemunculan suatu pola gerakan adalah 2 kali, rata-rata frekuensi kemunculan suatu pola gerakan tiap layer adalah 2 kali, persentase minimal dari cakupan pola gerakan adalah 5,2%, persentase maksimal dari cakupan pola gerakan adalah 22,6%, persentase rata-rata dari cakupan pola gerakan adalah 10,4235%, jarak antara pola gerakan adalah 83, jarak minimal antar pola gerakan adalah 5 *frame*, jarak maksimal antar pola gerakan adalah

184 *frame* dan jarak rata-rata antar pola gerakan adalah 27,8554 *frame*. Untuk tari Nelayan memiliki hasil analisa sebagai berikut, pola gerakan adalah 83 pola, rata-rata jumlah gerakan tiap layer adalah 4,8824 pola, panjang maksimal dari suatu pola gerakan adalah 14 *frame*, rata-rata panjang setiap pola gerakan adalah 6,3614 *frame*, frekuensi maksimal kemunculan suatu pola gerakan adalah 2 kali, rata-rata frekuensi kemunculan suatu pola gerakan tiap layer adalah 2 kali, persentase minimal dari cakupan pola gerakan adalah 5,2%, persentase maksimal dari cakupan pola gerakan adalah 22,6%, persentase rata-rata dari cakupan pola gerakan adalah 10,4235%, jarak antara pola gerakan adalah 83, jarak minimal antar pola gerakan adalah 5 *frame*, jarak maksimal antar pola gerakan adalah 184, *frame* dan jarak rata-rata antar pola gerakan adalah 27,8554 *frame*.

Sementara untuk tari Margapati memiliki hasil analisa sebagai berikut, pola gerakan adalah 133 pola, rata-rata jumlah gerakan tiap layer adalah 7,8235 pola, panjang maksimal dari suatu pola gerakan adalah 15 *frame*, rata-rata panjang setiap pola gerakan adalah 6,3459 *frame*, frekuensi maksimal kemunculan suatu pola gerakan adalah 3 kali, rata-rata frekuensi kemunculan suatu pola gerakan tiap layer adalah 2,0526 kali, persentase minimal dari cakupan pola gerakan adalah 4%, persentase maksimal dari cakupan pola gerakan adalah 36,8%, persentase rata-rata dari cakupan pola gerakan adalah 16,6471%, jarak antara pola gerakan adalah 140, jarak minimal antar pola gerakan adalah 4 *frame*, jarak maksimal antar pola gerakan adalah 434 *frame* dan jarak rata-rata antar pola gerakan adalah 27,8554 *frame*. Untuk tari Wiranata memiliki hasil analisa sebagai berikut, pola gerakan adalah 75 pola, rata-rata jumlah gerakan tiap layer adalah 4,4118 pola, panjang maksimal dari suatu pola gerakan adalah 17 *frame*, rata-rata panjang setiap pola gerakan adalah 6,6933 *frame*, frekuensi maksimal kemunculan suatu pola gerakan adalah 2 kali, rata-rata frekuensi kemunculan suatu pola gerakan tiap layer adalah 2 kali, persentase minimal dari cakupan pola gerakan adalah 0%, persentase maksimal dari cakupan pola gerakan adalah 30,2%, persentase rata-rata dari cakupan pola gerakan adalah 8,8235%, jarak antara pola gerakan adalah 75, jarak minimal antar pola gerakan adalah 5 *frame*, jarak maksimal antar pola gerakan adalah 462 *frame* dan jarak rata-rata antar pola gerakan adalah 116,4533 *frame*. Untuk tari Panji Semirang memiliki hasil analisa sebagai berikut, pola gerakan adalah 52 pola, rata-rata jumlah gerakan tiap layer adalah 3,0588 pola, panjang maksimal dari suatu pola gerakan adalah 18 *frame*, rata-rata panjang setiap pola gerakan adalah 6,7115 *frame*, frekuensi maksimal kemunculan suatu pola gerakan adalah 3 kali, rata-rata frekuensi kemunculan suatu pola gerakan tiap layer adalah 2,0192 kali, persentase minimal dari

cakupan pola gerakan adalah 0%, persentase maksimal dari cakupan pola gerakan adalah 37,8%, persentase rata-rata dari cakupan pola gerakan adalah 7,3647%, jarak antara pola gerakan adalah 53, jarak minimal antar pola gerakan adalah 5 *frame*, jarak maksimal antar pola gerakan adalah 340 *frame* dan jarak rata-rata antar pola gerakan adalah 110,0189 *frame*.

Jika dilihat dari hasil analisa pada penelitian sebelumnya yang menyajikan 13 jenis pengukuran terhadap 8 jenis tari Bali, dapat diketahui bahwa hasil tersebut tidak jauh berbeda dengan penelitian ini dimana Tari Margapati, Tari Panji Semirang dan Tari Wiranata yang merupakan ciptaan I Nyoman Kaler rata rata memiliki nilai pengukuran yang menunjukkan bahwa tari tersebut memiliki tempo gerakan yang paling cepat, diurutkan berikutnya adalah Tari Nelayan dan Tari Wiranjaya yang diciptakan oleh I Ketut Merdana, untauk tari yang memiliki tempo gerakan yang paling lambat adalah Tari Cendrawasih, Tari Puspanjali dan Tari Sekar Jagat yang diciptakan oleh N.L.N. Swasthi Wijaya Bandem.

Dalam penelitian ini ditemukan adanya gerakan yang terdeteksi sama meskipun secara visual gerakan tersebut berbeda yang disebabkan oleh beberapa hal. Penyebab pertama adalah posisi tubuh objek atau penari yang tidak terlihat dengan jelas pada citra *skeleton* seperti yang terlihat pada Tabel 5, dimana objek penari yang menghadap ke depan dengan posisi tangan di dada dapat memiliki bentuk *skeleton* yang tidak jauh berbeda dengan penari yang menghadap ke samping. Penyebab ke dua adalah posisi tangan penari yang tidak terlihat jelas pada citra *skeleton* seperti yang terlihat pada Tabel 6, dimana gerakan tangan maupun jari tangan tidak terlihat dengan jelas pada citra *skeleton*. Penyebab ke tiga adalah posisi kain yang tidak terlihat pada citra *skeleton* seperti yang gambar yang ada pada Tabel 7, dimana pada tabel tersebut terlihat citra asli pada Tari Puspanjali *frame* 229 sampai 233, dimana tangan penari memegang kain namun pada citra *skeleton* hal ini tidak terlihat akibat pengikisan yang terjadi pada proses skeletonisasi. Penyebab ke empat adalah posisi kaki yang tidak terlihat jelas pada citra *skeleton* seperti yang terlihat pada Tabel 8. Ada kalanya posisi kaki penari salah satunya diangkat dan berhimpitan antara kaki kiri dan kanan, yang jika dilihat dari depan terlihat seperti menyatu, sehingga citra *skeleton* yang dihasilkan hampir sama meskipun posisi kaki pada citra aslinya berbeda.

Dalam penelitian ini juga ditemukan hal sebaliknya yaitu gerakan yang sebenarnya sama namun tidak terdeteksi yang disebabkan oleh beberapa hal. Penyebab pertama adalah jarak antara objek dengan kamera yang berbeda seperti yang terlihat pada Tabel 9. Meskipun secara visual gerakan objek pada tabel tersebut sama namun jarak objek ke kamera yang berbeda mengakibatkan

ukuran salah satu objek menjadi lebih besar yang pada akhirnya berakibat pada tingginya nilai jarak yang dihasilkan dari kedua objek tersebut. Penyebab kedua adalah posisi berdiri suatu objek yang berpengaruh pada tinggi objek tersebut seperti yang terlihat pada Tabel 10. Posisi berdiri objek penari yang kurang tegak akan berpengaruh terhadap tinggi objek, yang pada akhirnya mengakibatkan nilai jarak menjadi tinggi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal, diantaranya :

1. Kelompok tari I Nyoman Kaler memiliki gerakan yang paling dinamis dengan variasi gerakan yang banyak dan memiliki tempo tarian yang paling cepat, diurutkan berikutnya adalah tari ciptaan I Ketut Merdana dan kelompok tari yang memiliki jenis gerakan yang sedikit dan tempo gerakan yang paling lambat adalah kelompok tari ciptaan N.L.N. Swasthi Wijaya Bandem.
2. Dari pengamatan dan analisa terhadap hasil penelitian, ditemukan bahwa terdapat gerakan yang terdeteksi sama meskipun secara visual berbeda, ini disebabkan oleh beberapa hal diantaranya: 1.Posisi tubuh yang tidak terlihat dengan jelas pada citra *skeleton*; 2.Posisi tangan yang tidak terlihat pada citra *skeleton*, 3.Bentuk kain yang tidak terlihat pada citra *skeleton*; 4.Posisi kaki yang tidak terlihat pada citra *skeleton*.
3. Terdapat pula beberapa gerakan yang jika dilihat secara visual sama namun tidak terdeteksi, ini disebabkan oleh beberapa hal diantaranya : 1.Jarak objek dengan kamera; 2. Posisi berdiri yang berpengaruh pada tinggi objek.

DAFTAR PUSTAKA

- ABU-AIN, W., ABDULLAH, S.N.H.S., BATAINEH, B., ABU-AIN, T. & OMAR, K., 2013. Skeletonization Algorithm for Binary Images. *Procedia Technology*, 11, pp.704–709.
<https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.248>.
- ANON. 2001. *Python*. [online] Python Software Foundation. Tersedia di: <<https://docs.python.org/id/3.8/tutorial/index.html>>[Diakses pada 20 December 2021].
- CHANG, I. XIAOQING & F. CHI, S., 2011. Histogram of the Oriented Gradient for Face Recognition. *Tsinghua Science and Technology*, 16.
- DALAL, N. & TRIGGS, B., 2005. Histograms of oriented gradients for human detection. *Proceedings - 2005 IEEE Computer Society*

- Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2005*, I, pp.886–893. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2005.177>.
- FISHER, R., PERKINS, S., WALKER, A. & WOLFART, E., 2003. *Morphology - Closing*. [online] Tersedia di: <<http://homepage.inf.ed.ac.uk>> [Diakses pada 26 Desember 2021].
- HARDIANTI, A., 2018. Segmentasi Skeleton Manusia dengan Menggunakan Metode Median Filter dan Thining. *IKRAITH-Informatika*, 2.
- KESIMAN, M.W.A., MAYSANJAYA, I.M.D., PRADNYANA, I.M.A., SUNARYA, I.M.G. & SUPUTRA, P.H., 2020. Profiling Balinese Dances with Silhouette Sequence Pattern Analysis. *CENIM 2020 - Proceeding: International Conference on Computer Engineering, Network, and Intelligent Multimedia 2020*, pp.423–428. <https://doi.org/10.1109/CENIM51130.2020.9297893>.
- LEE, T.-C. & KASYAP, R.L., 1994. Building Skeleton Models via 3-D Media Surface/Axis Thining Algorithms. *Graphical Models and Image Processing*, 56(Academic Press, Inc).
- MAHENDRA, W., 2018. *Sejarah Tari Di Bali*. [online] Denpasar. Tersedia di: <<http://blog.isi-dps.ac.id/wahyumahendra/34-2>> [Diakses pada 15 November 2021].
- SAID, K.A.M., JAMBEK, A.B. & SULAIMAN, N., 2016. A study of image processing using morphological opening and closing processes. *International Journal of Control Theory and Applications*, [online] 9(31), pp.15–21. Tersedia di: <<https://www.researchgate.net/publication/314154399>> [Diakses pada 16 Desember 2021].
- SYAFI'I, S.I., WAHYUNINGRUM, R.T. & MUNTASA, A., 2015. Segmentasi Obyek Pada Citra Digital Menggunakan Metode Otsu Thresholding. *Jurnal Informatika Universitas Trunojoyo, Madura*, 13. <https://doi.org/10.9744/informatika.13.1.1-8>.
- TRIER, Ø.D. & TAXT, T., 1995. *Evaluation of Binarization Methods for Document Images*.
- VIRIYAVISUTHISAKUL, S., SANGUANSAT, P., CHARNKEITKONG, P. & HARUECHAIYASAK, C., 2015. A comparison of similarity measures for online social media Thai text classification. *ECTI-CON 2015 - 2015 12th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology*. <https://doi.org/10.1109/ECTICon.2015.7207106>.
- ZAMAN, L., SUMPENO, S., HARIADI, M., KRISTIAN, Y., SETYATI, E. & KONDO, K., 2020. Modeling basic movements of Indonesian traditional dance using generative long short-term memory network. *IAENG International Journal of Computer Science*, 47(2), pp.262–270.
-