

**PERANCANGAN APLIKASI TARI TRADISIONAL
DENGAN MENGENALI GERAK TUBUH MANUSIA
MENGUNAKAN METODE *DYNAMIC TIME WARPING***

***TRADITIONAL DANCE APPLICATION DESIGN
WITH HUMAN BODY MOTION RECOGNITION
USING DYNAMIC TIME WARPING***

Fadli Andriawan¹, Astri Novianty, S.T., M.T.², Andrew Brian O., S.T., M.T.³

¹²³Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom University

¹fadliandriawan04@gmail.com

Abstrak

Tari Tradisional merupakan budaya kesenian Indonesia sebagai salah satu simbol pada setiap daerahnya. Tari merupakan seni gerak yang mempertunjukkan keindahan kepada setiap orang. Di Indonesia terdapat banyaknya jenis seni tari tradisional yang tersebar diseluruh nusantara, sehingga masyarakat akan sulit mengenali jenis tari tradisional tersebut.

Pada penelitian ini, dibangun suatu sistem aplikasi untuk pembelajaran seni Tari Tradisional. Setiap user melakukan gerakan akan ditangkap oleh sensor kinect secara *realtime*, dan menghasilkan *skeleton joint* setiap framenya. Hasil dari frame – frame tersebut dinormalisasikan terlebih dahulu dan diproses untuk dikenali menggunakan metode *Dynamic Time Warping* (DTW). Keluaran dari sistem ini menghasilkan skor akurasi pengenalan *user* melakukan tari tersebut.

Metode DTW ini dapat diterapkan untuk pengenalan gerak tubuh manusia dengan memperoleh rata – rata waktu komputasi 1085,877778 ms, dan akurasi pengenalan hingga 87,77778%.

Kata Kunci: Tari Tradisional, *Kinect*, *Dynamic Time Warping*

Abstract

Traditional dance is an art culture of Indonesia as a symbol in each region. Dance is an art movement that gives beauty to everyone. In Indonesia there are many types of traditional dance that has spread throughout the country, so that people would be hard to recognize the type of traditional dance.

In the study, constructed a system application for learning the art of Traditional Dance. Each user will be motion captured by kinect sensor in realtime, and generate skeleton joint every frame. Results of those frames are normalized in advance, and are processed to be recognized using the Dynamic Time Warping (DTW). The output of this system produced a score of recognition accuracy the user perform a dance.

This DTW method can be applied to the human body motion recognition with obtain the average computation time 1085,877778 ms, and the recognition accuracy up to 87,77778%.

Keyword : *Tradisional Dance, Kinect, Dynamic Time Warping*

1. Pendahuluan

Budaya merupakan sebuah identitas bagi suatu bangsa dan negara. Identitas budaya berupa lagu daerah, senjata tradisional, tarian, baju adat, rumah adat, dan lain-lain. Indonesia yang merupakan salah satu negara yang memiliki lebih dari lima ratus suku bangsa, budaya, dan berbagai macam kepercayaan [1]. Hal ini dikarenakan hampir di setiap pulau dan daerah memiliki budaya masing-masing. Banyaknya budaya yang dimiliki Indonesia semakin sulit pula untuk melestarikan budaya itu sendiri.

Banyaknya budaya yang ada yang di Indonesia, semakin banyak masyarakat yang tidak mengenali budaya yang ada di Indonesia. Perbedaan budaya Indonesia yang paling sering dipertunjukkan adalah seni tarian daerah. Di dalam satu provinsi memiliki banyaknya tarian daerah, contohnya Provinsi Sumatera Barat memiliki Tari Piring, Tarin Pasambahan, dan lain – lain, kemudian Provinsi Jawa Barat memiliki Tari Jaipong, Tari Ketuk Tilu, dan lain – lain.

Kinect merupakan perangkat yang dikeluarkan oleh Microsoft pada tahun 2010 yang berfungsi sebagai alat sensor gerakan tubuh. Pada awalnya kinect digunakan untuk game dengan konsep *Natural User Interface* yang mengendalikan permainan tanpa menggunakan *controller*. Kinect tidak hanya untuk bermain game tapi alat ini dapat berfungsi untuk mengenali gerak tubuh manusia. Dengan metoda *Dynamic Time Warping*, *Kinect* dapat bekerja lebih maksimal untuk mengenali gerak tubuh manusia dengan tepat dan benar. Dari perihal diatas, pada tugas akhir ini akan membahas pembuatan aplikasi tari tradisional dengan perangkat kinect sebagai perangkat merekam dan pengenalan gerakan tari yang dilakukan.

Dari perihal diatas, pada tugas akhir ini akan membahas pembuatan aplikasi tari tradisional dengan perangkat kinect sebagai perangkat merekam dan pengenalan gerakan tari yang dilakukan. Dengan aplikasi ini penulis berharap masyarakat tidak hanya untuk mempelajari tari tersebut, tetapi dapat mengetahui tari tradisional yang ada di Indonesia.

2. Dasar Teori

2.1 Tari Tradisional

Tari tradisional merupakan salah satu kebudayaan yang ada di Indonesia. Tari tradisional merupakan tari yang baku oleh aturan – aturan tertentu, karena tari tersebut memiliki pesan – pesan yang disampaikan kepada masyarakat. Dan tari tradisional ini diwariskan secara turun menurun melalui generasi ke generasi. Di Indonesia memiliki banyaknya kebudayaan, sehingga tari tradisional pun beragam ragam.

Beberapa unsur dalam tari adalah :

1. Gerak
Merupakan unsur utama dari tari. Gerak pada dasarnya merupakan fungsionalisasi dari tubuh manusia dengan anggota gerak bagian kepala, badan, tangan, dan kaki, ruang gerak yang secara umum terdiri dari level, jarak dan cangkupan gerak, waktu sebagai jeda, tenaga untuk menghayati gerak dengan kuat, lemah, elastis dan baku.
2. Ruang
Ruang adalah sesuatu yang harus diisi. Ruang dalam tari mencakup aspek gerak yang harus diungkapkan oleh seorang penari yang membentuk perpindahan gerak tubuh, posisi yang tepat, dan ruang penari itu sendiri.
3. Waktu
Dalam tari, dinamika tari terwujud melalui cepat – lambat gerakan yang dilakukan oleh penari. Unsur dinamika ini apabila dijabarkan membutuhkan waktu gerak. Penari bergerak menggunakan bagian anggota tubuh dengan cara berpindah tempat, berubah posisi, dan merubah kedudukan tubuh membutuhkan waktu.
4. Tenaga
gerak tari yang diperagakan indikasi yang menunjukkan intensitas gerak menjadi salah satu faktor gerakan tersebut dapat dilakukan dan dihayati. Tenaga terwujud melalui kualitas gerak yang dilakukan.
5. Ekspresi
Ekspresi dalam tari merupakan daya ungkap melalui tubuh ke dalam aktivitas pengalaman seseorang yang selanjutnya dikomunikasikan kepada penonton menjadi bentuk gerak jiwa, kehendak, emosi atas penghayatan peran yang dilakukan. [2]

2.2 Kinect

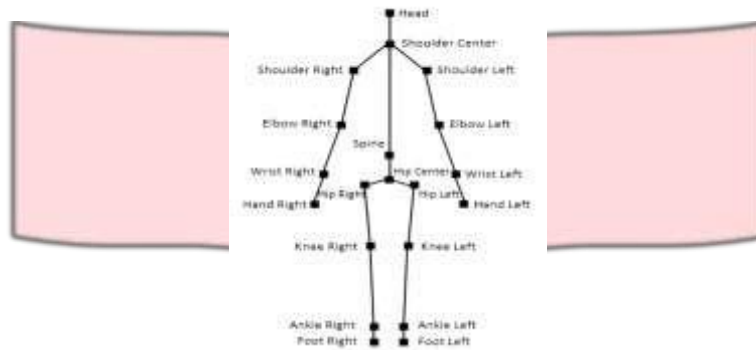
Pada sensor Kinect terdapat kamera RGB yang mempunyai kemampuan untuk melakukan white balancing, black reference, menghindari flicker, saturasi warna, dan koreksi cacat secara otomatis. Citra berwarna yang didapatkan dari kamera RGB. Pengukuran kedalaman didapatkan dengan menggunakan emiter infra merah dan kamera. Pengukuran kedalaman dapat dilakukan dengan teknik cahaya terstruktur.

Penggambaran data paling alami yang diperoleh dengan kinect adalah citra RGBD, yaitu kombinasi dari tiga warna (merah, hijau, dan biru) dan saluran data kedalaman. Saluran data dapat diwakilkan oleh matriks integer 8 bits. Perbedaan dari warna natural (visual) dan kedalaman (geometrik) memungkinkan kita menggunakan data RGBD untuk melakukan beberapa tugas. Misalnya pembagian objek secara realtime, dan pengenalan sikap badan.[3]



Gambar 2. 1 citra berwarna (kiri), citra kedalaman (tengah), citra inframerah (kanan)^[3]

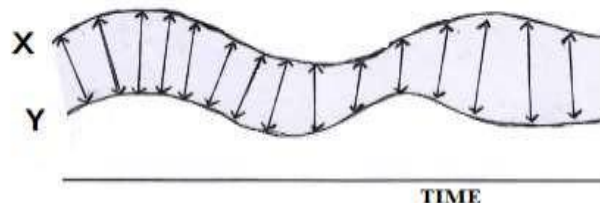
Sensor Kinect mempunyai API (Application Programming Interface) untuk mengenali pergerakan dengan mengakses titik sendi yang ada pada tubuh manusia. [4]



Gambar 2. 2 Skeleton User^[4]

2.3 Dynamic Time Warping [5]

Dynamic Time Warping adalah algoritma menghitung kesamaan antara dua deret waktu (time series) yang mungkin berbeda dalam waktu dan kecepatan. Algoritma ini disebut juga sebagai non-linear sequence alignment, sehingga algoritma ini lebih realitis untuk digunakan dalam mengukur kemiripan suatu pola (pattern/template matching). Algoritma DTW sangat efisien dalam mengukur jarak kemiripan antar dua data yang meminimalkan pengaruh pergeseran dan distorsi dalam waktu sehingga walau berbeda phase, masih bisa dideteksi.



Gambar 2. 3 Persamaan data X dan Y

Objek DTW adalah untuk membandingkan dua deret X dengan panjang N dan Y dengan panjang M.

$$\begin{aligned} X &= x_1, x_2, \dots, x_n, \dots, x_N & N &\in \mathbb{N} \\ Y &= y_1, y_2, \dots, y_m, \dots, y_M & M &\in \mathbb{N} \end{aligned} \tag{1}$$

Algoritma ini menghitung jarak dengan membuat matrik C $\in \mathbb{R}^{N \times M}$. Mempresentasikan jarak antara X dan Y. Perhitungan jarak ini disebut matrik local cost

$$C_i \in \mathbb{R}^{N \times M} : c(i,j) = \|x_i - y_j\|, \quad i \in [1:N], j \in [1:M] \tag{2}$$

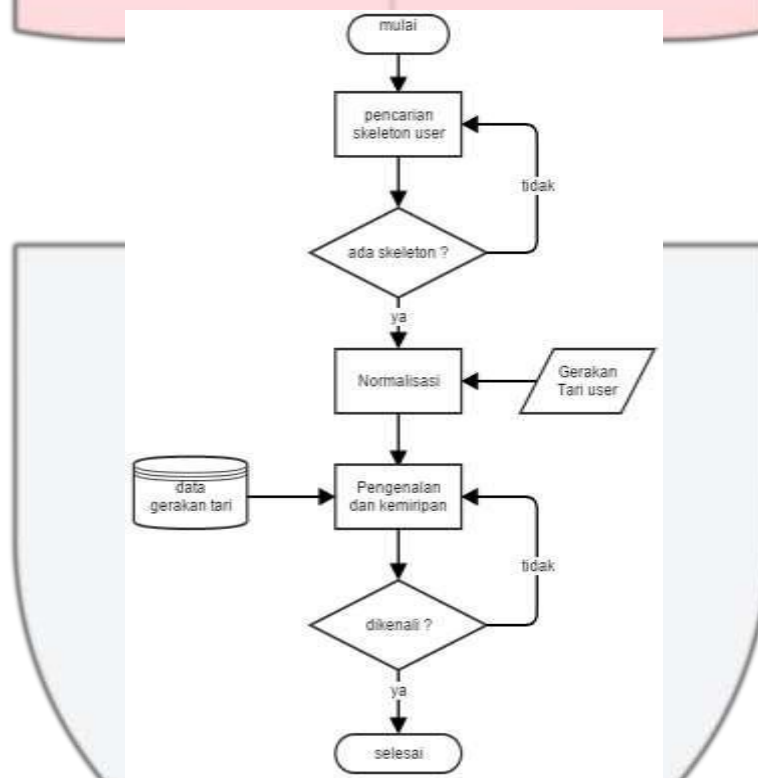
$c(x_i, y_j)$ bernilai kecil jika x dan y mirip dan sebaliknya jika $c(x_i, y_j)$ bernilai tinggi.

Warping path adalah jalur atau lintasan yang melalui matriks yang berisi jarak minimal (minimal distance). DTW mempunyai deret, $P = p_1, p_2, \dots, p_L$ yang didefinisikan $p_l = (n_l, m_l) \in [1:N] \times [1:M]$ untuk $k \in [1:L]$. M dan N merupakan matrik (MxN), dan L adalah panjang dari warping path. Warping path harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

- Boundary condition* : $p_1 = (1,1)$ dan $p_L = (N,M)$. Titik awal dan titik akhir dari *warping path*nya merupakan titik awal dan titik akhir dari deret waktunya.
- Monotonicity condition* : $n_1 \leq n_2 \leq \dots \leq n_L$ dan $m_1 \leq m_2 \leq \dots \leq m_L$. Proses urutan berdasarkan waktu yang tujuannya agar proses bisa dilakukan *straightforward* sehingga tidak ada perulangan.
- Step size condition* : $p_{l+1} - p_l \in \{(1,1), (1,0), (0,1)\}$ untuk $l \in [1: L - 1]$. Kriteria ini untuk membatasi *warping path* dari lompatan (pergeseran waktu) yang jauh.

3. Perancangan

Pada tugas akhir ini membuat sistem aplikasi berbasis Kinect di PC dengan masukan gerakan tari. Gerakan tari yang dilakukan akan direkam oleh sensor Kinect untuk diolah dan dikenali. Proses pengenalan ini dibuat secara realtime, yaitu proses yang langsung diolah secara langsung, kemudian dikeluarkan hasilnya. Input pengolahan ini berupa kumpulan frame yang didalamnya terdapat skeleton join pada user dengan jumlah frame sebanyak 120 frame. Hasil dari sistem ini adalah nama gerakan tari yang dilakukan user dan nilai perbandingan data uji dan data latih. Berikut diagram alir aplikasi:



Gambar 3. 1 Diagram alir Aplikasi

Proses pada diagram alir diatas, aplikasi mencari skeleton user. Ketika terdeteksinya skeletal user, nilai pada skeleton join akan dinormalisasikan. Hasil nilai tersebut dilanjutkan dengan proses pengenalan gerakan yang dibandingkan dengan nilai yang ada pada database.

3.1 Deteksi Gerakan

Aplikasi ini akan membaca pergerakan user dengan bantuan skeleton yang ada pada aplikasi tersebut. Ketika user melakukan gerakan maka proses pengenalan pada aplikasi akan membaca gerakan apa yang telah dilakukan oleh *user*. Proses dilakukan sebanyak 120 frame.

3.2 Normalisasi Data

Normalisasi data ini bertujuan menentukan titik tengah koordinat yang perpusat pada koordinat (0,0,0). Sehingga dapat menghindari perubahan nilai akibat translasi dan dilatasi, karena posisi user didepan kamera dapat berubah – ubah. Untuk mengembalikan posisi skeleton ketengah, maka persamaan pada translasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_{000} &= P_{000} - P_{000} \\
 P_{000} &= P_{000} - P_{000} \\
 P_{000} &= P_{000} - P_{000}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Setelah melakukan translasi dilanjutkan dengan dilatasi, maka persamaan sebagai berikut:

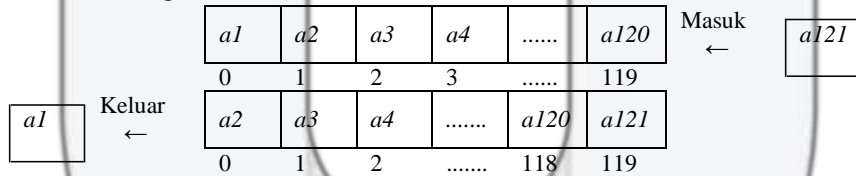
$$\begin{aligned}
 P_{000} &= \frac{P_{000} \cdot \sqrt{(x_{000} - x_{000})^2 - (y_{000} - y_{000})^2 - (z_{000} - z_{000})^2}}{\dots} \\
 P_{000} &= \frac{P_{000} \cdot \sqrt{(x_{000} - x_{000})^2 - (y_{000} - y_{000})^2 - (z_{000} - z_{000})^2}}{\dots} \\
 P_{000} &= \frac{P_{000} \cdot \sqrt{(x_{000} - x_{000})^2 - (y_{000} - y_{000})^2 - (z_{000} - z_{000})^2}}{\dots}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

x baru = nilai yang dicari/ nilai baru
 x lama = nilai awal
 x spine = pembanding untuk nilai baru

Dalam kasus ini titik sendi digunakan adalah titik sendi punggung, karena posisi yang konstan. Setelah melakukan tahap tersebut, data – data telah bersifat normal.

3.2 Analisis Pengenalan Pola Gerak dengan Metode *Dynamic Time Warping*

Proses pengenalan, data yang terdapat pada titik sendi skeleton ditampung dalam bentuk array dengan panjang 120 frame. Data tersebut bersifat FIFO (First In First Out), dimana jika data frame melebihi 120, maka data yang pertama akan dibuang.



Gambar 3. 2 Deret frame

Dynamic Time Warping berfungsi mengukur jarak 2 pola, yakni pola reference dan data user. Suatu pola user dikatakan mirip ketika hasil jaraknya yang paling kecil dibandingkan dengan pola reference.

$$\begin{aligned}
 A &= [a_1, a_2, a_3, \dots, a_{20}] \\
 B &= [b_1, b_2, b_3, \dots, b_{20}]
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

A adalah pola gerakan user, dan B adalah pola gerakan refensi sebagai pembanding. A dan B adalah urutan frame dari pola gerakan pada 18 titik join dengan nilai koordinat (x,y,z)

$$\begin{aligned}
 \text{Dimana setiap } a_i &= [x_1, y_1, z_1, \dots, x_{18}, y_{18}, z_{18}] \\
 \text{dan } b_i &= [x_1, y_1, z_1, \dots, x_{18}, y_{18}, z_{18}]
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Setelah mendapatkan data dari perbandingan dua pola gerakan, kemudian proses selanjutnya melakukan perhitungan matrik cost (*Eclidean Distance*) dengan persamaan berikut :

$$\sqrt{\sum_{i=0}^{17} (a_i - b_i)^2 + (a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2} \tag{7}$$

Hasil dari *Local cost*, sistem melakukan proses mencari *cost* DTW. Berikut ini Algoritma untuk mendapatkan *cost* DTW yang dinormalisasi

```

Algoritma Cost Normalisasi DTW
A : Arraylist, B: ArrayList, slope : integer
n ← |A|, m ← |B|
dtw : array [0..n, 0..m] of float
slopeI : array[0..n, 0..m] of integer, slopeJ : array[0..n, 0..m] of integer
i : integer, j : integer
for i ← 0 to n do
    for j ← 0 to m do
        dtwi,j ← ∞, slopeIi,j ← 0, slopeJi,j ← 0
    {end for}
{end for}
dtwi,j ← 0
for i ← 1 to n do
    for j ← 1 to m do
        if dtwi,j-1 < dtwi-1,j-1 and dtwi,j-1 < dtwi-1,j and slopeIi,j-1 < slope
            then
                dtwi,j ← LocalCost(Ai, Bj) + dtwi,j-1
                slopeIi,j ← slopeIi,j-1 + 1
                slopeJi,j ← 0
            else if dtwi-1,j < dtwi-1,j-1 and dtwi-1,j < dtwi,j-1 and slopeJi-1,j < slope
                then
                    dtwi,j ← LocalCost(Ai, Bj) + dtwi-1,j
                    slopeIi,j ← 0
                    slopeJi,j ← slopeJi-1,j + 1
                else
                    dtwi,j ← 2 * LocalCost(Ai, Bj) + dtwi,j-1
                    slopeIi,j ← 0
                    slopeJi,j ← 0
                {end if}
            {end for}
        {end for}
    return dtwn,m / n + m
    
```

Gambar 3.3 Algoritma Cost Normalisasi DTW [5]

Untuk keluaran sistem pada aplikasi ini dalam bentuk persen (%). Hasil dari *cost* DTW dirubah menjadi persen dengan persamaan berikut :

$$Cost(\%) = 100 - (100 - Cost)$$

4. Pengujian

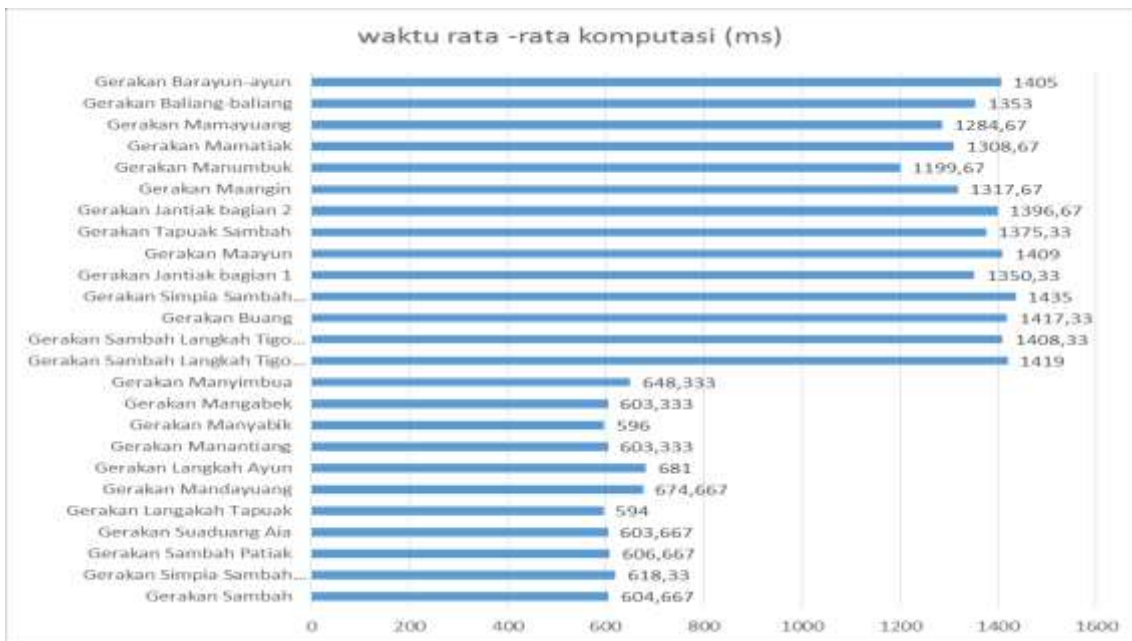
4.1 Pengujian Sistem

Untuk mengetahui performansi sistem yang telah dirancang, maka perlu dilakukan pengujian terhadap sistem. Tujuan dari pengujian ini adalah sebagai berikut:

- 1.Mengetahui performansi sistem berdasarkan akurasi dan waktu komputasi
- 2.Menganalisis hasil kerja sistem sehingga dapat diketahui kekurangan dan kelebihan dari sistem tersebut.

4.2 Pengujian Waktu Komputasi

Aplikasi ini memiliki 25 data referensi. Untuk penginputan data dilakukan oleh 6 orang dengan postur tubuh yang berbeda. Pada pengujian performansi dilakukan 30 orang. Ukuran badan dan tinggi mereka berbeda – beda. Untuk melakukan pengujian, user memperagakan gerakan tari sebanyak 3 kali. Berikut ini adalah grafik hasil pengujian waktu komputasi:



Gambar 4. 1 Grafik Waktu Komputasi

Dari grafik diatas kita mendapatkan hasil komputasi sistem dalam satu gerakan tari yang dilakukan sebanyak 3 kali. Untuk hasil rata - rata waktu komputasi keseluruhannya adalah 1085,877778 ms.

4.3 Pengujian Akurasi Sistem

Untuk akurasi sistem dilakukan oleh 30 responden, dimana terdapat responden yang menguasai gerakan tari dan responden yang tidak menguasai gerakan tari. Berikut ini adalah grafik hasil pengujian akurasi sistem



Gambar 4. 2 Grafik Akurasi Sistem

Dari hasil grafik akurasi sistem di atas, merupakan hasil akurasi yang dilakukan oleh setiap responden. Hasil rata – rata untuk 30 responden mencapai 87,77778 %. Kesulitan yang terjadi saat pengujian aplikasi yaitu responden yang tidak menguasai gerakan tari.

4.4 Analisis *Threshold* untuk Penentuan Pengenalan Sistem

Pada Pengujian ini menentukan *threshold* yang efektif untuk aplikasi ini, agar sistem tidak membutuhkan waktu lama untuk memproses dan mengeluarkan output dengan sempurna. Untuk mencari *Threshold* pada sistem aplikasi ini ditentukan dengan rumus :

$$\text{Threshold} = \text{cost rata - rata} + (2 \times \text{standar deviasi})$$

Nilai *cost rata - rata* dapat dilihat pada Lampiran C, sedangkan standar deviasi dihasilkan dari nilai *rata - rata cost*. Didapatkan *cost rata - rata* 0,337701689 dan standar deviasi 0.147360214, maka *thresholdnya* adalah 0,632422117.

Jika nilai *threshold* kecil maka semakin susah gerak tari untuk dikenali, dan sebaliknya jika nilai *thresholdnya* besar maka semakin mudah gerakan tari untuk dikenali, tetapai nilai akurasinya rendah.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan aplikasi ini telah berhasil di terapkan dengan metode *Dynamic Time Warping*.
2. Aplikasi ini dapat digunakan oleh banyak orang karena dapat mengenali gerak tubuh manusia dengan bantuan *skeleton* yang terdapat pada *kinect*.
3. Pada penerapan metode *Dynamic Time Warping*, aplikasi dapat mengukur tingkat akurasi hingga 87,77778% dan waktu *rata - rata* komputasi 1085,877778 ms.
4. Nilai *Threshold* yang terdapat pada aplikasi ini adalah 0,632422117, dimana nilai tersebut merupakan nilai ambang batas terbaik pada aplikasi ini.

Daftar Pustaka

- [1] P. Suparlann, *Masyarakat Majemuk dan Perawatannya*, Jakarta: Universitas Indonesia, 2000.
- [2] S. Rahmadia, *Seni Tari Untuk SMK*, Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [3] Leonardo Cruz, Djalma Lucio, and Luiz Velho, *Kinect and RGB Images: Challeges and Application*. Rio de Janeiro: VISGRAF Lab.
- [4] A. Jana, *Kinect for Windows SDK Programming Guide*, Birmingham - Mumbai: Packt Publishing Ltd, 2012.
- [5] P. Senin, "Dynamic Time Warping Algorithm Review," 2008.
- [6] Zeng, Wenjun. Microsoft Kinect Sensor and Its Effect – IEEE MM 2012.pdf
- [7] Purnomo, Mauridhi H., Arif Muntasa, *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstasi Ciri Fitur*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [8] N. E. Gillian, *Dynamic Time Warping "In Gesure Recognition for Musician Computer Interaction*, Queen's UniversityBelfast, 2009.
- [9] Niels, Rapih, *Dynamic Time Warping*, Nijmegen, Netherlands, 2004.
- [10] W. Jaret dan J. Ashley, *Beginning Kinect Programming with The Microsoft Kinect SDK*, Apress.