

## IMPLEMENTASI *OFFLINE* PENGENALAN SISTEM ISYARAT BAHASA INDONESIA MENGGUNAKAN METODE *DYNAMIC TIME WARPING* PADA PERANGKAT ANDROID

**Mohammad Iqbal**

Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus  
Email: iqbal.umk@gmail.com

**Endang Supriyati**

Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus  
Email: esupriyati@gmail.com

**Tri Listyorini**

Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus  
Email: trilistyorini.ti.umk@gmail.com

### ABSTRAK

Algoritma *Dynamic Time Warping* (DTW) digunakan secara luas untuk berbagai penelitian, salah satunya di bidang bahasa isyarat. DTW adalah algoritma pencocokan pola (*template matching*) untuk mengukur kemiripan dua data sekuensial (*time series*) temporal yang berbeda waktu dan kecepatan. Pada penelitian ini disajikan implementasi algoritma DTW untuk pengenalan bahasa isyarat Indonesia (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia – SIBI) secara *offline*. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 900 data untuk dengan jumlah kelas 50 kata isyarat, yaitu dengan rincian untuk masing-masing kelas adalah 3 data sebagai data *template* dan 15 data sebagai data *testing*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat pengenalan atau nilai *accuracy* adalah 89,73%. Waktu rata-rata yang dibutuhkan adalah 654.59 milidetik untuk proses pengenalan satu data *testing* dengan menggunakan *template* sebanyak 3 data per kelas atau total *template* 150 data.

**Kata kunci:** pengenalan, *offline*, SIBI, bahasa isyarat Indonesia, android.

### ABSTRACT

*Algorithm Dynamic Time Warping (DTW) is used widely to various studies, one in the field of sign language. DTW is template matching algorithm to measure the similarity of the two data sequential (time series) with different time and speed. In this study are presented DTW algorithm implementation for the offline recognition of Indonesia sign language (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia – SIBI). The dataset used in this study were 900 data for the number of grade 50 cue words, with details for each class is 3 the data as a data template and 15 of data as a data testing. The results show that the recognition rate or accuracy value is 89.73%. The average time needed is 654.59 milliseconds for the introduction of the testing of data using a data template as much as 3 per class or template total of 150 data.*

**Keywords:** recognition, *offline*, SIBI, Indonesia sign language, android

### 1. PENDAHULUAN

Telah banyak penelitian dengan menggunakan algoritma DTW (*Dynamic Time Warping*) yaitu pengenalan *gesture* [1], dengan cara menghitung jarak terdekat antara dua vektor ciri menggunakan DTW untuk memperbaiki akurasi pengenalan. Dengan pendekatan baru ini mampu menunjukkan kemampuan yang signifikan dalam mengenali *multiple gesture*, mengidentifikasi awal dan akhir pada sekuen waktu. Performa kinerja lebih baik dibanding dengan DTW klasik. Pengenalan emosi manusia [2] seperti marah, senang, sedih dapat dikenali melalui *gesture* tubuh manusia. Metode ini digunakan untuk analisis perilaku emosional berdasarkan klasifikasi dari *time series* dan pada model yang menyediakan indikator yang menggambarkan dinamika gerak isyarat ekspresif. Pengenalan aktifitas manusia [3] penelitian ini fokus untuk mengenali beberapa tindakan manusia seperti melambatkan tangan, meninju, bertepuk tangan, dll. Untuk meningkatkan tingkat pengenalan, dilakukan pelacakan tubuh menggunakan kamera mendalam untuk memulihkan informasi bagian sendi tubuh manusia di dunia real 3D sistem koordinat. Kemudian membangun vektor fitur dari orientasi bersama *time series* yang invarian dengan ukuran tubuh manusia. DTW kemudian diterapkan pada vektor fitur dihasilkan. Model transisi perpindahan[4] algoritma clustering DTW sebagai ukuran jarak diusulkan untuk gerakan pengelompokan transisi antara dua

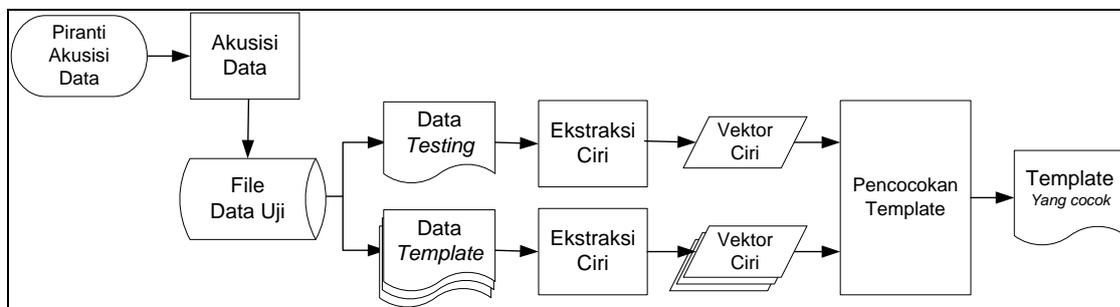
isyarat, dan kemudian algoritma yang sesuai disajikan untuk pelatihan model-model gerakan transisi. Algoritma pelatihan dapat membagi secara otomatis transisi gerakan dengan iterasi bootstrap, di mana algoritma temporal digunakan untuk cluster gerakan transisi. Percobaan menunjukkan bahwa pengenalan bahasa isyarat berkesinambungan berdasarkan model gerakan transisi memiliki kinerja yang baik selama kosakata besar.

Pada penelitian ini disajikan implementasi algoritma DTW untuk pengenalan bahasa isyarat Indonesia secara *offline*. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 900 data untuk dengan jumlah kelas 50 kata isyarat, yaitu dengan rincian untuk masing-masing kelas adalah 3 data sebagai data *template* dan 15 data sebagai data *testing*.

Pada dasarnya algoritma DTW adalah algoritma pemrograman dinamis, dengan menggunakan *update* rekursif dengan cara menjumlahkan jarak elemen yang dipetakan dari setiap langkah rekursif. Perhitungan jarak antar dua elemen sering menggunakan algoritma jarak *Euclidean*, untuk mencari derajat kemiripan (*similarity*) antara dua data sekuensial (*time series*), untuk panjang data yang sama. Tetapi untuk dua data sekuensial dengan panjang data yang berbeda, maka digunakan algoritma DTW.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Blok desain sistem pengenalan *offline* bahasa isyarat Indonesia adalah seperti pada gambar 1. Implementasi secara *offline* pada perangkat android, dilakukan mulai dari pengolahan data file untuk mendapatkan ciri (proses ekstraksi ciri), proses pencocokan pola sampai dengan mendapatkan hasil yang cocok dari data *template*.



Gambar 1. Diagram Blok Desain Sistem Pengenalan *Offline* Bahasa Isyarat Indonesia [7]

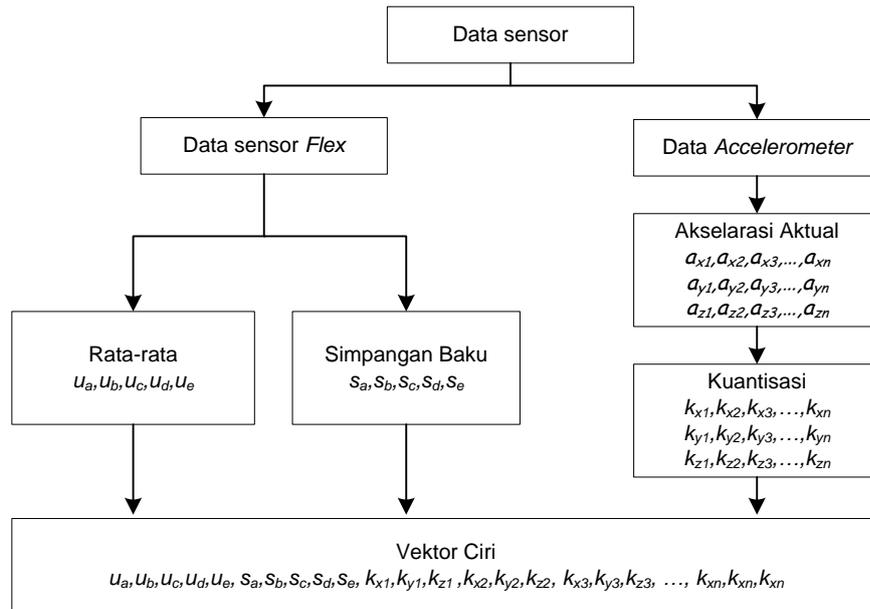
Hasil akuisi data disimpan ke dalam bentuk *file* dan dijadikan sebagai data uji. Data uji tersebut dibagi menjadi dua sebagai data *testing* dan data *template*, untuk kemudian dilakukan ekstraksi ciri untuk mendapatkan vektor ciri dan dilanjutkan dengan pencocokan *template* untuk mencari data *template* yang cocok dengan data *testing*, berdasarkan jarak terdekat menggunakan metode DTW.

### 2.1 Data Uji

Data uji yang digunakan pada penelitian ini adalah data uji yang didapatkan dengan menggunakan piranti akuisi data yang digunakan pada penelitian[5][7]. Gerakan isyarat untuk SIBI yang digunakan pada penelitian ini adalah mengacu pada kamus isyarat bahasa Indonesia dan portal i-chat (<http://i-chat.org>). Kata isyarat yang dipilih adalah kata isyarat yang dengan satu tangan, yaitu tangan kanan. Data penelitian berupa data kata isyarat yang terdiri dari 50 kelas atau jenis kata isyarat. Total data uji yang digunakan sebagai data *template* adalah 3 data per kelas atau total 150 data. Sedangkan data *testing* adalah 15 data per kelas atau total 750 data.

### 2.2 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri ini merupakan salah satu bagian terpenting dan berpengaruh terhadap akurasi hasil pengenalan. Untuk data *testing* dan data *template* dilakukan ekstraksi ciri yang sama untuk mendapatkan vektor ciri. Vektor ciri merupakan nilai-nilai hasil pengolahan data-data *flex* dan data *accelerometer* yang kemudian diatur sedemikian rupa membentuk baris angka (nilai). Pada ekstraksi ciri ini dilakukan perhitungan *mean*, nilai simpangan baku, dan kuantisasi seperti pada penelitian [7]. Proses ekstraksi ciri ini akan menghasilkan vektor ciri dengan panjang data yang tidak sama, meskipun pada data file untuk kelas yang sama. Gambar 2 menunjukkan blok diagram proses ekstraksi ciri.



Gambar 2. Diagram Blok Desain Sistem Pengenalan Offline Bahasa Isyarat Indonesia [7]

### 2.3 Metode Pencocokan Pola Menggunakan DTW (Dynamic Time Warping)

Gerak isyarat merupakan data sekuensial. Tiap elemen data sekuensial diukur dan disimpan pada satu periode waktu yang tetap antara elemen satu dengan yang berikutnya. Salah satu metode untuk membandingkan dua data sekuensial dengan panjang yang berbeda adalah dengan algoritma *Dynamic Time Warping* (DTW).

DTW merupakan algoritma yang digunakan untuk mengukur kemiripan antara dua sekuensial dengan panjang atau jumlah data yang berbeda. DTW mencocokkan dua sekuensial dengan menghitung transformasi temporal sehingga keduanya dapat diselaraskan (*aligned*). Penyelarasan (*alignment*) adalah optimal jika terukur jarak kumulatif terkecil antara dua sampel yang telah diselaraskan. Jika diasumsikan terdapat dua data sekuensial,  $Q$  dan  $C$ , dengan panjang masing-masing  $n$  dan  $m$  sebagaimana persamaan 1 dan persamaan 2,

$$Q = q_1, q_2, \dots, q_i, \dots, q_n \quad (1)$$

$$C = c_1, c_2, \dots, c_j, \dots, c_m \quad (2)$$

Maka untuk menyelaraskan (*align*) kedua sekuensial tersebut menggunakan DTW, dibentuk matriks  $m \times n$  dengan elemen matriks  $(i,j)$  berupa nilai jarak  $d(q_i, c_j)$  antara dua titik  $q_i$  dan  $c_j$ , yaitu  $d(q_i, c_j) = (q_i - c_j)^2$ . Setiap elemen matriks  $(i,j)$  berhubungan dengan penyelarasan (*alignment*) antara titik  $q_i$  dan  $c_j$ . *Warping path*  $W$  merupakan sekelompok elemen matriks yang berdampingan yang mendefinisikan pemetaan antara  $Q$  dan  $C$ . Elemen ke- $k$  dari  $W$  dirumuskan sebagai  $w_k = (i,j)_k$ , sehingga didapat persamaan 3.

$$W = w_1, w_2, \dots, w_k, \dots, w_K \quad (3)$$

dengan:  $\max(m,n) \leq K < m+n - 1$

Sedangkan *path* didefinisikan sebagai jarak kumulatif  $D(i,j)$  yaitu jarak  $d(q_i, c_j)$  untuk elemen tersebut ditambah dengan minimum dari jarak kumulatif dari elemen bertetangga (*adjacent*), sebagaimana persamaan 4.

$$D(i,j) = d(q_i, c_j) + \min\{D(i-1, j-1), D(i-1, j), D(i, j-1)\} \quad (4)$$

Setelah didapatkan *warping path* yang optimal maka jarak atau *warping cost* dihitung berdasarkan persamaan 5.

$$DTW(Q, C) = \min \left\{ \sqrt{\sum_{k=1}^K w_k} \right\} \quad (5)$$

## 2.4 Evaluasi Kinerja Sistem

Evaluasi kinerja implementasi *offline* pengenalan bahasa isyarat indonesia dengan bantuan *confusion matrix*, sebagaimana tabel 1.

**Tabel 1. Confusion matrix dua kelas [8]**

		True condition	
		Condition positive	Condition negative
Predicted condition	Predicted condition positive	True positive	False positive (Type I error)
	Predicted condition negative	False negative (Type II error)	True negative
Accuracy (ACC) = $\frac{\Sigma \text{ True positive} + \Sigma \text{ True negative}}{\Sigma \text{ Total population}}$		True positive rate (TPR), Sensitivity, Recall $= \frac{\Sigma \text{ True positive}}{\Sigma \text{ Condition positive}}$	False positive rate (FPR), Fall-out $= \frac{\Sigma \text{ False positive}}{\Sigma \text{ Condition negative}}$
		False negative rate (FNR), Miss rate $= \frac{\Sigma \text{ False negative}}{\Sigma \text{ Condition positive}}$	True negative rate (TNR), Specificity (SPC) $= \frac{\Sigma \text{ True negative}}{\Sigma \text{ Condition negative}}$

Instrumen pengukuran yang digunakan untuk evaluasi kinerja sistem, yang dihitung dengan berdasarkan data yang tercantun pada *confusion matrix* adalah *accuracy* dan *sensitivity* atau TPR (*True Positive Ratio*). *Accuracy* digunakan untuk mengukur kinerja sistem secara keseluruhan sedangkan *sensitivity* digunakan untuk mengukur kinerja sistem tiap kelas.

Selain evaluasi kinerja sistem menggunakan instrumen pengukuran berdasar *confusion matrix*, digunakan juga pengukuran berdasarkan waktu yang dibutuhkan untuk tiap proses pengenalan.

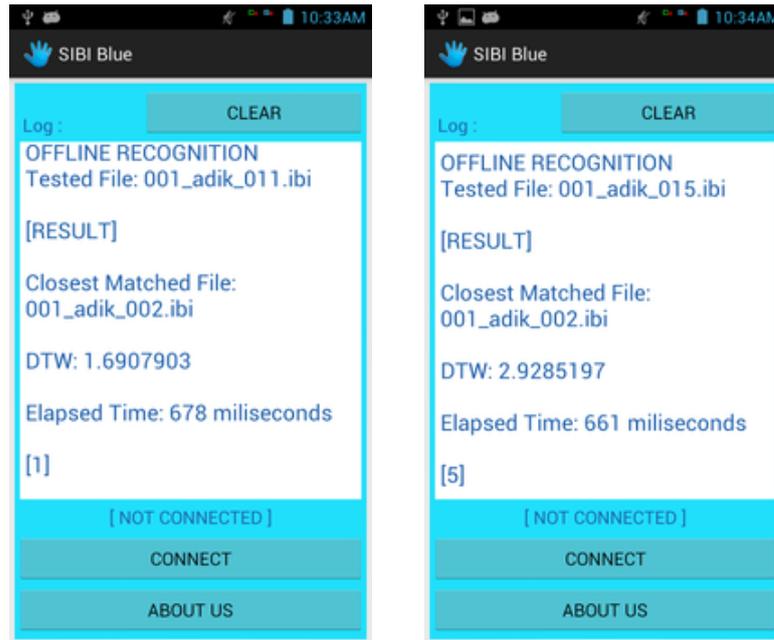
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan aplikasi pada perangkat android menggunakan bahasa pemrograman android dengan bantuan *software adt-bundle-windows-x86\_64-20131030* yang merupakan integrasi *eclipse* dengan ADT (*Android Development Tool*) sebagai *tool* pengembangan aplikasi berbasis android. Aplikasi android yang dikembangkan diberi nama *SIBI Blue*.

Tahap pengembangan aplikasi pada penelitian ini adalah pembuatan program untuk implementasi *offline* pengenalan sistem isyarat bahasa isyarat indonesia. Selain untuk mengetahui kebenaran penerapan metode DTW, juga untuk mengukur atau melakukan evaluasi kinerja sistem. Perangkat android yang digunakan adalah memiliki spesifikasi *Processor Dual Core Snapdragon MSM8625* dengan kecepatan akses hingga 1,2 Ghz, dibekali dengan RAM 768 MB dan memori internal 4GB.

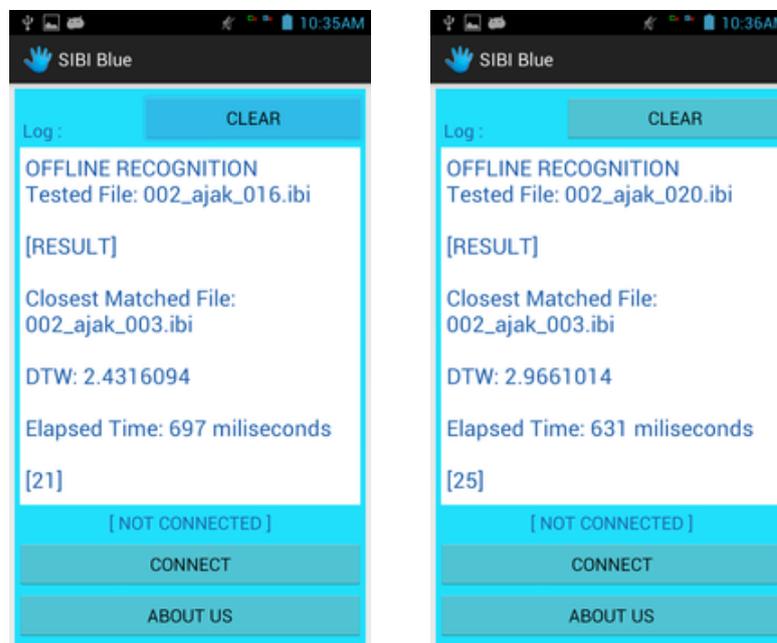
Proses pengenalan dilakukan secara *offline*, artinya menggunakan data yang tersimpan dalam bentuk file. File atau data *offline* ini didapatkan pada proses akuisisi data untuk penelitian sebelumnya. Metode pencocokan pola yang digunakan adalah metode menghitung jarak antara dua data sekuensial menggunakan DTW. Proses pencocokan pola dilakukan dengan menghitung jarak DTW untuk satu data *testing* dengan semua data yang ada di *template*, dari data-data jarak yang diperoleh kemudian dicari jarak yang paling dekat. Jika data *template* yang mempunyai jarak terdekat dengan data *testing*, maka data *template* tersebut akan menjadi data yang paling cocok dengan data *testing*, sehingga dapat ditentukan kelasnya.

Pada gambar 3 menunjukkan hasil pengenalan kata 'adik'. Pada gambar 3(a), file 001\_adik\_011.ibi dikenali benar oleh sistem sebagai kata 'adik' yaitu sesuai dengan nilai DTW terkecil = 1,6907903 terhadap file 001\_adik\_002.ibi yang dijadikan sebagai salah satu *templat*nya. Sedangkan gambar 3(b), file 001\_adik\_015.ibi dikenali benar oleh sistem sebagai kata 'adik' yaitu sesuai dengan nilai DTW terkecil = 2,9285197 terhadap file 001\_adik\_002.ibi yang dijadikan sebagai salah satu *templat*nya.



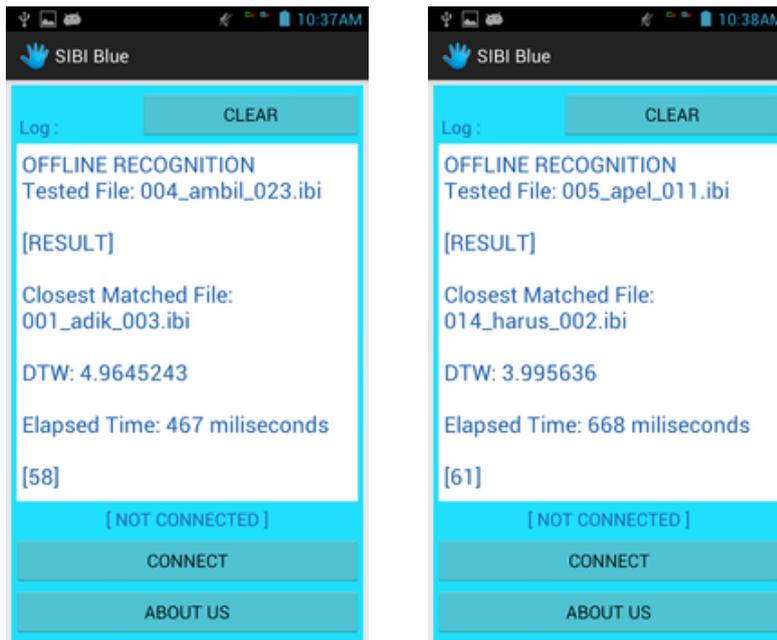
(a) (b)  
**Gambar 3. Tampilan Pada Pengenalan Kata Isyarat ‘adik’**

Pada gambar 4 menunjukkan hasil pengenalan kata ‘ajak’. Pada gambar 4(a), file 002\_ajak\_016.ibi dikenali benar oleh sistem sebagai kata ‘ajak’ yaitu sesuai dengan nilai DTW terkecil = 2,4316094 terhadap file 002\_ajak\_003.ibi yang dijadikan sebagai salah satu *templat*nya. Sedangkan gambar 4(b), file 002\_ajak\_020.ibi dikenali benar oleh sistem sebagai kata ‘ajak’ yaitu sesuai dengan nilai DTW terkecil = 2,9661014 terhadap file 002\_ajak\_003.ibi yang dijadikan sebagai salah satu *templat*nya.



(a) (b)  
**Gambar 4. Tampilan Pada Pengenalan Kata Isyarat ‘ajak’**

Pada gambar 5 menunjukkan hasil pengenalan kata ‘ambil’ dan kata ‘apel’ sebagai contoh hasil pengenalan yang salah oleh sistem. Pada gambar 5(a), file 004\_ambil\_023.ibi dikenali salah oleh sistem sebagai kata ‘adik’ yaitu sesuai dengan nilai DTW terkecil = 4,9645243 terhadap file 001\_adik\_003.ibi yang dijadikan sebagai salah satu *templat*nya. Sedangkan gambar 5(b), file 005\_apel\_011.ibi dikenali salah oleh sistem sebagai kata ‘harus’ yaitu sesuai dengan nilai DTW terkecil = 3,995636 terhadap file 014\_harus\_002.ibi yang dijadikan sebagai salah satu *templat*nya.



(a)

(b)

**Gambar 5. Tampilan Pada Pengenalan Kata Isyarat ‘ambil’ Dan ‘apel’**

Hasil lengkap untuk pengenalan *offline* untuk 750 data *testing* sebagaimana diperlihatkan pada tabel 3. Berdasarkan kelasnya, nampak pada tabel bahwa 25 kata isyarat dapat dikenali sesuai kelasnya, yaitu ditunjukkan dengan nilai sensitivty sebesar 100%. Meskipun demikian terdapat satu kata isyarat dengan nilai sensitivty sebesar 33% yaitu untuk kata isyarat ‘maaf’. Pada data yang lebih detail pada tabel 2, ternyata kata isyarat ‘maaf’ lebih banyak dikenali sebagai kata isyarat ‘kemarin’ dan dua di antaranya dikenali sebagai kata ‘sopan’.

**Tabel 2. Hasil detail kata isyarat ‘maaf’**

No	Nama file kata isyarat	Dikenali sebagai	DTW
1	026_maaf_011.ibi	026_maaf_002.ibi	3.037023
2	026_maaf_012.ibi	026_maaf_002.ibi	2.724542
3	026_maaf_013.ibi	021_kemarin_003.ibi	2.730529
4	026_maaf_014.ibi	021_kemarin_003.ibi	2.782734
5	026_maaf_015.ibi	021_kemarin_003.ibi	2.842935
6	026_maaf_016.ibi	041_sopan_003.ibi	2.639532
7	026_maaf_017.ibi	026_maaf_001.ibi	2.184742
8	026_maaf_018.ibi	021_kemarin_001.ibi	2.437264
9	026_maaf_019.ibi	021_kemarin_003.ibi	2.452122
10	026_maaf_020.ibi	021_kemarin_001.ibi	2.731976
11	026_maaf_021.ibi	041_sopan_003.ibi	2.932506
12	026_maaf_022.ibi	021_kemarin_003.ibi	2.815367
13	026_maaf_023.ibi	021_kemarin_001.ibi	2.206296
14	026_maaf_024.ibi	026_maaf_003.ibi	2.769988
15	026_maaf_025.ibi	026_maaf_001.ibi	1.483388

**Tabel 3. Hasil pengenalan *offline* pengenalan sistem isyarat bahasa indonesia**

<i>No</i>	<i>Kata Isyarat</i>	<i>True Positive (TP)</i>	<i>Sensitivity</i>	<i>Waktu Rata-rata(ms)</i>
1	adik	15	100%	652
2	ajak	15	100%	715
3	akan	15	100%	744
4	ambil	14	93%	662
5	apel	14	93%	655
6	ayah	15	100%	938
7	belum	14	93%	666
8	buah	13	87%	806
9	cari	15	100%	839
10	dengar	15	100%	662
11	dia	15	100%	682
12	dulu	15	100%	712
13	gadis	13	87%	686
14	harus	13	87%	640
15	haus	15	100%	630
16	ibu	11	73%	663
17	ikan	15	100%	702
18	kakak	15	100%	643
19	kami	15	100%	706
20	kamu	15	100%	627
21	kemarin	11	73%	584
22	kita	14	93%	609
23	lihat	13	87%	653
24	lupa	14	93%	751
25	lusa	12	80%	570
26	maaf	5	33%	596
27	mandi	14	93%	618
28	masih	15	100%	619
29	milik	15	100%	705
30	minta	15	100%	581
31	minum	12	80%	578
32	obat	10	67%	628
33	pakai	13	87%	671
34	pandai	13	87%	682
35	saja	13	87%	606
36	sakit	15	100%	631
37	saya	15	100%	573
38	selesai	13	87%	582
39	senang	8	53%	565
40	siapa	15	100%	663
41	sopan	15	100%	565
42	sudah	15	100%	587
43	suka	12	80%	684
44	supaya	10	67%	668
45	teh	11	73%	521
46	telepon	15	100%	594
47	tidak	15	100%	621
48	topi	15	100%	605
49	untuk	15	100%	691
50	yang	8	53%	697
	<b>JUMLAH</b>	<b>673</b>		

Berdasarkan tabel 3, maka nilai *accuracy* atau tingkat pengenalan sistem adalah  $(673 * 100\% / 750) = 89,73\%$ . Sedangkan waktu rata-rata yang diperlukan untuk tiap proses pengenalan adalah 654.59 milidetik.

#### 4. KESIMPULAN

- 1) Pengenalan *Offline* sistem isyarat bahasa indoneisia menggunakan 50 kelas atau jenis kata isyarat kata, dengan jumlah data *template* sebanyak 3 data, dan jumlah data *testing* sebanyak 750 data, mendapatkan nilai akurasi sebesar 89,73%.
- 2) Waktu rata-rata yang dibutuhkan adalah 654.59 milidetik untuk proses pengenalan satu data *testing* dengan menggunakan *template* sebanyak 3 data per kelas atau total *template* 150 data.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DP2M DIKTI (Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi) melalui Program Desentralisasi Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2015. Penulis mengucapkan terima kasih kepada DIKTI, Kopertis Wilayah VI dan Universitas Muria Kudus.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Reyes, M., Dominguez, G., and Escalera, S. (2011), "Feature weighting in dynamic time warping for gesture recognition in depth data". In Computer Vision Workshops (ICCV Workshops), 2011 IEEE International Conference on, pages 1182–1188
- [2] Ginevra Castellano, Santiago D. Villalba, and Antonio Camurri, (2007), "Recognising Human Emotions from Body Movement and Gesture Dynamics", ACII 2007, LNCS 4738, pp. 71–82, 2007. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007
- [3] Samsu Sempena, Nur Ulfa Maulidevi, Peb Ruswono Aryan, (2011) "Human Action Recognition Using Dynamic Time Warping", 2011 International Conference on Electrical Engineering and Informatics 17-19 July 2011, Bandung, Indonesia.
- [4] Wen Gao, Gaolin Fang, Debin Zhao, Yiqiang Chen, (2015), "Transition Movement Models for Large Vocabulary Continuous Sign Language Recognition", DOI: 10.1109/AFGR.2004.1301591 Source: IEEE Xplore
- [5] Endang S, Mohammad Iqbal, (2013), "Recognition System of Indonesia Sign Language based on Sensor and Artificial Neural Network", Makara Seri Teknologi, 2013, 17(1): 25-31 DOI: 10.7454/mst.v17i1.1924
- [6] Eamonn Keogh (2002). *Exact indexing of dynamic time warping*. Proceedings of the 28<sup>th</sup> VLDB Conference, Hong Kong, China
- [7] Mohammad Iqbal, Endang Supriyati (2012), "Ekstraksi Ciri pada Pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia Berbasis Sensor Flex dan Accelerometer", Seminar Nasional Embedded System (SNES), 20 September 2012, LIPI, Bandung
- [8] [https://en.wikipedia.org/wiki/Confusion\\_matrix](https://en.wikipedia.org/wiki/Confusion_matrix)