

# Perancangan Pembuatan Aplikasi Pengenalan dan Penerjemah Bahasa Isyarat SIBI Menggunakan Leap Motion dengan *Hidden Markov Models*

Deasy<sup>1)</sup>, Ni'Matul Ma'muriyah<sup>2)</sup>

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Internasional Batam

Email: 1) deasygee760@gmail.com

2)nimatul@uib.ac.id

## ABSTRAK

Bahasa isyarat ialah suatu bentuk komunikasi yang digunakan penyandang disabilitas tuna rungu agar dapat berkomunikasi melalui gerakan. Setiap gerakan pada bahasa isyarat memiliki arti yang tidak semua orang dapat mengerti. Untuk dapat menterjemahkan arti dari setiap gerakan diperlukan metode pengenalan pola. Metode yang digunakan pada perancangan aplikasi ini yaitu *Hidden Markov Models*.

Pada perancangan aplikasi ini menggunakan kamera Leap Motion yang berfungsi sebagai sensor untuk menangkap gerakan skeleton pada tangan. Gerakan bahasa isyarat yang diterjemahkan ialah bahasa isyarat SIBI yang terdiri dari 5 kata yaitu "Abang", "Adik", "Makan", "Sabar" dan "Saya".

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa menunjukkan bahwa sistem yang dirancang secara keseluruhan belum dapat mengenali pergerakan dengan baik, dengan keberhasilan mencapai sekitar 20%. Hal ini disebabkan karena masih terdapat error pada proses *learning*.

Kata kunci: *Gesture*, SIBI, Leap Motion, *Hidden Markov Models*.

## ABSTRACT

*Sign language is a form of communication used by persons with disabilities who are deaf to communicate through movement. Every movement in sign language has a meaning that not everyone can understand. To be able to translate the meaning of each movement needed a pattern recognition method. The method used in designing this application is Hidden Markov Models.*

*In designing this application using a Leap Motion camera that functions as a sensor to capture the movement of the skeleton in the hand. The sign language movement that is translated is SIBI sign language consisting of 5 words namely "Brother", "Sister", "Eat", "Patience" and "I".*

*Based on the results of testing and analysis shows that the system as a whole has not been able to recognize movement well, with success reaching around 20%. This is because there are still errors in the learning process.*

*Keywords: Gesture, SIBI, Leap Motion, Hidden Markov Models.*

## I. PENDAHULUAN

Bahasa isyarat ialah sebuah bentuk komunikasi yang digunakan oleh penyandang disabilitas tuna rungu untuk dapat berkomunikasi satu dengan yang lainnya dengan cara menggerakkan tangan. Penyandang disabilitas tuna rungu memiliki keterbatasan dalam berkomunikasi dikarenakan dengan kekurangan fisik dalam hal pendengaran. Menurut data PUSDATIN yang tercatat oleh Kementerian Sosial pada tahun 2012 terdapat

sebanyak 3.342.303 jiwa penduduk di antaranya 338.672 menyandang disabilitas tuna netra, 717.312 menyandang disabilitas fisik, 223.665 menyandang disabilitas tuna rungu, 151.371 menyandang disabilitas tuna wicara, 73.560 menyandang disabilitas tuna rungu serta wicara, 290.837 menyandang disabilitas mental, 181.135 menyandang disabilitas tuna laras, 149.458 menyandang disabilitas tuna daksa dan grahita.

Oleh karena itu, khususnya penyandang disabilitas tuna rungu yang berkomunikasi menggunakan bahasa isyarat memerlukan suatu alat untuk dapat membaca pergerakan tangan, kemudian pergerakan tangan tersebut diterjemahkan agar dapat dengan mudah berkomunikasi masyarakat yang tidak mengenal bahasa isyarat. Leap Motion merupakan sebuah alat atau *interface* yang dapat digunakan untuk membaca pergerakan tangan dengan mendeteksi *skeleton* pada setiap jari-jari penggunaannya.

## II. LANDASAN TEORI

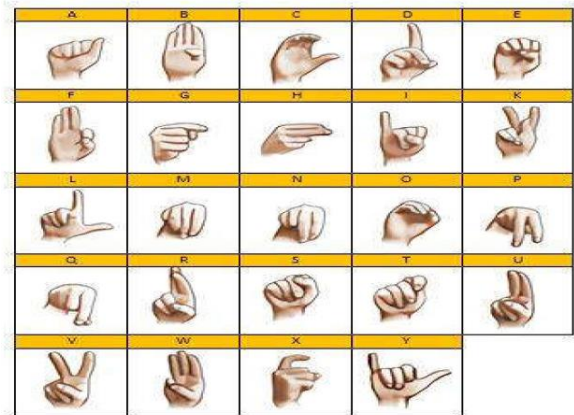
### A. Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [1] mengenai “*Alphabet Sign Language Recognition Using Leap Motion Technology and Rule Based Backpropagation – Genetic Algorithm Neural Network (RBBPGANN)*”. Pada penelitian ini menggunakan metode BPGANN (*back propagation algorithm*) yang merupakan *hybrid neural network* kombinasi dari GA (*genetic algorithm*) dan BPGANN (*back propagation algorithm*). Dari penelitian ini didapatkan persentase keberhasilan 93.8%. Pada penelitian ini menggunakan bahasa isyarat alphabet SIBI yang berjumlah sebanyak 26 huruf.

Kekurangan dari penelitian ini pada percobaan kelima pengujian aplikasi terdapat beberapa huruf seperti M yang menyerupai huruf N, N yang menyerupai huruf S, P yang menyerupai huruf D, Z yang menyerupai huruf R, serta huruf R dan Z yang tidak terdeteksi. Hal ini disebabkan karena huruf M yang posisi jari jempol berada diantara jari manis dan jari kelingking, sedangkan huruf N yang posisi jari manis berada diantara jari telunjuk. Huruf S yang posisi jari jempol berada diantara jari manis dan jari telunjuk namun dari luar. Huruf P yang menyerupai huruf D dikarenakan jarak diantara jari sangat mirip. Dan untuk huruf Z dan R mempunyai kemiripan dengan huruf Z yang jarinya tegak lurus sedangkan huruf R jarinya tegak lurus beserta jari telunjuk.

Pada penelitian yang lain seperti pada [2] menggunakan metode *naïve bayesian* sebagai metode pembelajaran dengan konsep probabilitas didapatkan tingkat keberhasilan sebesar 95%. Untuk pengenalan bahasa isyarat alphabet SIBI (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia)

sebanyak 24 huruf dari 26 huruf jumlah alfabet tidak termasuk huruf J dan Z pada Gambar 1.



Gambar 1. Alphabet SIBI [2]

Kekurangan dari penelitian ini terdapat beberapa huruf seperti M dikenal sebagai O, N dikenal sebagai M, T, P dikenal sebagai G dan S dikenal sebagai M. Keserupaan pengenalan ini terjadi dikarenakan koordinat bentuk tangan yang hampir mirip serta bentuk pergerakan tangan ketika *training* data.

Metode lain juga digunakan dalam penelitian serupa seperti *Kernel Support Vector Machine* [3], [4], *Convolution Neural Network* seperti pada [5]. Di sisi lain penggunaan Leap Motion Sensor dalam pengenalan isyarat telah dilakukan pada beberapa penelitian seperti pada [2], [6].

### B. Hidden Markov Models

*Hidden markov model* atau yang dikenal dengan model markov tersembunyi merupakan sebuah metode probabilitas yang digunakan untuk mempelajari dan memproses aspek data sekuensial dengan sebuah sistem yang diberi asumsi pada parameter-parameter yang tersembunyi serta pada parameter yang diamati. Pada tahun 1960 metode HMM dalam dunia kedokteran sudah digunakan untuk mengenal berbagai pola dimulai dari DNA terkecil, protein pada molecules, serta struktur dan arsitektur yang membentuk dasar kehidupan ke tingkat multiseluler seperti analisis gerakan pada manusia.

Setelah nilai-nilai parameter yang diperlukan telah didapatkan selanjutnya terdapat 3 masalah yang harus diatasi yaitu:

1. Menemukan nilai *output* probabilitas dari *observer* yang telah didapatkan dengan menggunakan *Forward Algorithm*.
2. Setelah mendapatkan nilai *output* probabilitas, kemudian menemukan *state* dengan menemukan nilai probabilitas terbesar dengan menggunakan *Viterbi Algorithm*.
3. Dan permasalahan yang terakhir melatih nilai matriks probabilitas transisi dan emisi dengan menggunakan *Baum-Welch Algorithm*.

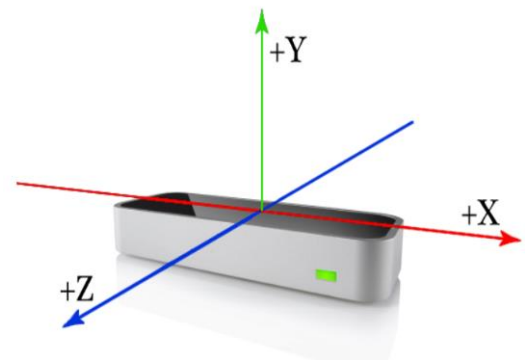
### C. Leap Motion

Leap motion merupakan sebuah produk dari Leap Motion pada tahun 2010 oleh Michael Buckwald dan David Holz. Leap motion memiliki ukuran sebesar 0.5 x 1.2 x 3 inch. Leap Motion merupakan sebuah perangkat USB *peripheral* yang dapat digunakan pada VR (*Virtual Reality*) Leap Motion dapat digunakan untuk mendeteksi sebanyak 24 titik atau *point* yang terdiri dari skleton tangan serta sendi-sendi jari sehingga ditampilkan pada monitor seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Leap Motion

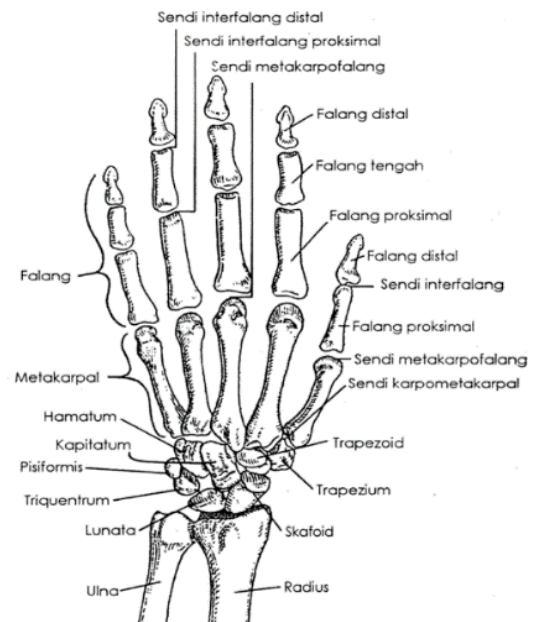
Komponen-komponen pada Leap Motion terdiri dari menggunakan dua buah sensor monochromatic IR (infrared) kamera dan tiga buah IR (infrared) LED (*Light Emitting Diode*) yang dapat membaca sebanyak 200 frame perdetik data seperti pada gambar 2-10 dibawah ini. Koordinat pada kontroller Leap Motion merupakan satuan nyata milimeter dalam kerangka acuan pada Leap Motion. Yang artinya, jika sebuah ujung jari memberikan posisi  $(x, y, z) = [100, 100, -100]$  maka dalam milimeter  $x = 10$  cm,  $y = 10$  cm dan  $z = -10$  cm. Perangkat kontrol Leap Motion sendiri berada di tengah dari referensi *frame* – nya seperti pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Koordinat pada Leap Motion

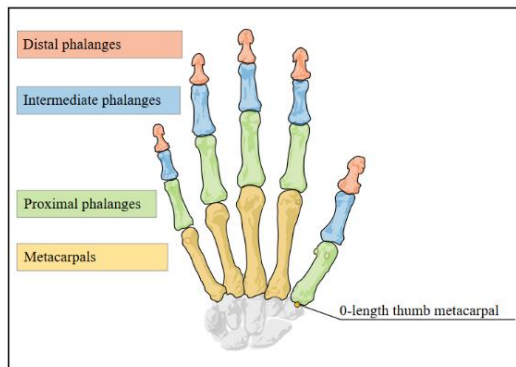
### D. Struktur pada tangan

Tangan merupakan bagian dari tubuh manusia yang digunakan sebagai indera peraba. Struktur anatomi tangan terdiri dari tulang tangan (*ossa manus*), tulang jari (*ossa phalages*), kelompok telapak tangan atau tulang metakarpus (*metacarpal*) serta tulang pergelangan (*ossa carpalia*). Pada tulang pergelangan terdiri dari sekelompok tulang-tulang yaitu tulang hamatum (*hamate*), tulang kapitatium (*capitate*), tulang trapezoid (*multangulum majus*), tulang trapesium (*multangulum minus*), tulang skapoid (*naviculare*), tulang lunatum (*lunate*), tulang trikuetrum (*triquentrum*) dan tulang pisiform (*pisiform*) seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur anatomi tangan

Sedangkan pada tulang jari-jari manusia terdiri dari beberapa tulang seperti tulang distal phalages yang terletak pada ujung jari, tulang intermediate phalages yang terletak pada bagian tengah, tulang proximal phalages yang terhubung secara langsung pada telapak tangan dan tulang metacarpal yang menghubungkan tangan dengan pergelangan tangan seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur anatomi tangan

#### E. SIBI

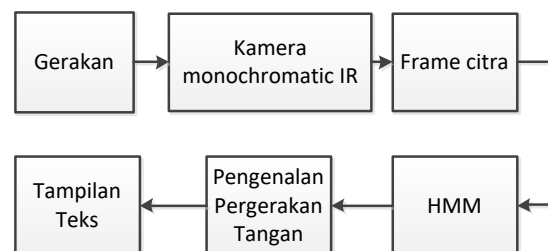
SIBI merupakan sebuah bahasa isyarat Indonesia yang secara resmi dan sah diakui oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) Indonesia yang selanjutnya, diterapkan pada SLB (sekolah luar biasa) sebagai kewajiban bagi disabilitas tuna rungu di Indonesia untuk digunakan yaitu: (1) kata – kata yang memiliki makna yang sama atau sinonim diisyaratkan dengan tempat arah dan frekuensi yang sama tetapi dengan penampil yang berbeda, (2) kata yang sama dengan makna yang berbeda (yang tergolong polisemi) dilambangkan dengan isyarat yang sama, (3) Beberapa kata yang memiliki makna yang berlawanan (yang tergolong antonim) yang diisyaratkan dengan penampil dan tempat yang sama [7].

Pada SIBI terdapat isyarat yang mewakili kata imbuhan, kata awalan serta kata akhiran yang dipakai dalam tata Bahasa Indonesia yang baik dan benar. Kata isyarat awalan dilakukan menggunakan tangan kanan sebagai penampil utama serta tangan kiri sebagai penampil pendamping kata isyarat awalan sebelum kata isyarat pokok. Kata isyarat awalan yaitu: pe-, ter-, se-, me-, ber-, di-, dan ke-. Peraturan mengenai pembakuan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) diatur dalam Peraturan Menteri

Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 0161/U/1994 (Kemendikbud: 1997).

#### III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada tahapan perancangan penelitian ini, yang menjadi objek penelitian adalah aplikasi pengenalan pergerakan tangan untuk dapat menterjemahkan bahasa isyarat menggunakan Leap Motion. Agar aplikasi yang akan dibuat dapat mengenali pergerakan tangan digunakan metode HMM (*hidden markov model*). Metode HMM (*hidden markov model*) akan digunakan untuk melatih sistem agar dapat mengenali setiap pergerakan dari citra yang didapatkan oleh sensor Leap Motion. Kemudian setiap gerakan yang diterima oleh Leap Motion akan disimpan pada *database* dengan dilatih agar nantinya sistem dapat mengenali gerakan yang diberikan.



Gambar 6. Blok diagram sistem

Gambar 6 merupakan diagram sistem yang dibuat. Pada awalnya gerakan akan ditangkap oleh kamera *monochromatic IR* pada sensor Leap Motion. Kamera *monochromatic IR* akan menangkap dan menampilkan setiap *frame-frame* dari setiap gerakan yang kemudian akan disimpan pada *database* dari Leap Motion. Selanjutnya agar sistem yang dibuat dapat mengenali setiap gerakan maka sistem akan dilatih dengan metode *hidden markov model*. Setelah dilatih gerakan data *real time* yang akan dibandingkan dengan data pada *database* sehingga jika sesuai maka pada monitor akan menampilkan arti dari gerakan tersebut.

Dalam penelitian ini akan ditentukan menjadi beberapa tahapan rancangan yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. *Input* pergerakan tangan berasal dari sensor Leap Motion yang di *training* untuk mengenal pergerakan dengan metode HMM

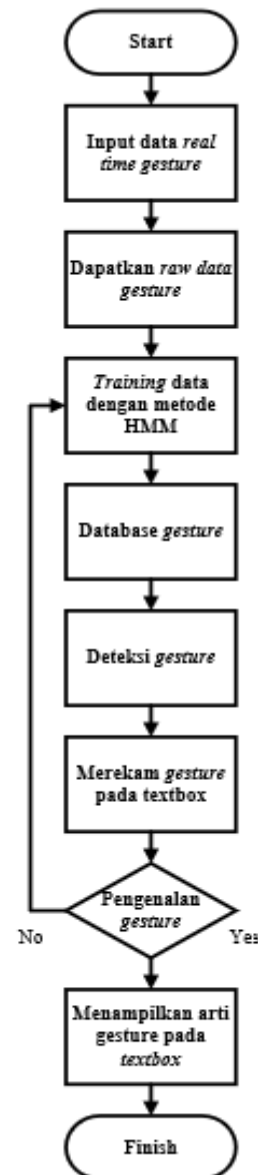
(*hidden markov model*). Selanjutnya *output* akan ditampilkan dalam *bentuk* teks pada monitor pc.

#### F. Perancangan Sistem

Gambar 7 merupakan *flowchart* sistem dimana dimulai dari input image yang diambil dari kamera Kinect V2 dengan menggunakan kode program Visual C#. Lalu setelah gambar didapati melalui kamera Kinect maka Visual C# akan mendeteksi *joints* untuk tangan pengguna.

Selanjutnya akan dilakukan proses pengenalan gerakan dengan menggunakan *Hidden Markov Models* dimana hasil pengeluarannya akan terdeteksi gerakan tersebut merupakan gerakan yang telah ditentukan untuk sistem *Hidden Markov Models* atau tidak. Jika gerakan tersebut merupakan gerakan yang telah ditentukan berdasarkan desain *Hidden Markov Model* yang telah dibuat maka gerak tersebut akan mengontrol sistem yang telah didesain. Flowchart perancangan aplikasi ini dapat dilihat pada Gambar 7.

Pada gambar *flowchart* diatas perancangan sistem dimulai dari "start", kemudian masukkan dan mendapatkan gerakan data *real time* serta menyimpannya pada database. Data yang tersimpan pada database selajutnya akan di-*training* dengan metode HMM. Setelah seluruh data telah selesai di-*training* maka pengguna akan memberikan data *real time* untuk sistem terjemahkan arti dari gerakan tersebut dengan membandingkan koordinat data *real time* yang dimasukkan dengan data pada database yang telah di-*training*. Setelah sistem dapat mengenali gerakan maka pada tampilan akan muncul teks arti dari gerakan yang diterjemahkan.



Gambar 7. Flowchart Sistem

#### IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

##### A. Pengujian *frame* mendeteksi tangan

Pengujian *frame* ini berfungsi untuk melihat apakah hasil gambar tangan yang didapat sama pada *picture box* sama seperti hasil penangkapan kamera pada Leap Motion. Dapat dilihat pada Gambar 8 merupakan hasil pengujian jumlah tangan. Hasil penangkapan gambar tangan yang didapatkan bahwa hasil tangkapan gambar tangan ini sangat baik. Hasil citra jumlah tangan yang ditangkap kamera dapat dikenali 100%.

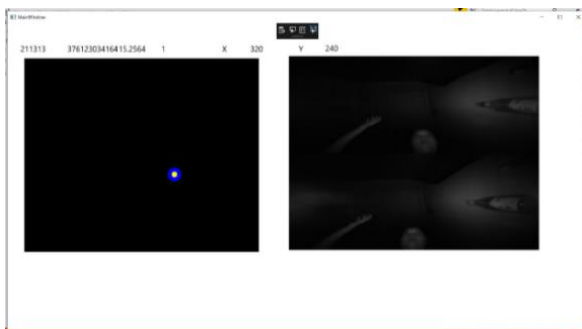


Gambar 8. Hasil pengujian *frame* tangan





Gambar 9. Hasil pengujian *joint* pada sudut kiri atas



Gambar 10. Hasil pengujian *joint* pada sudut kanan atas

**B. Pengujian *Joint skeleton* tangan**

Pengujian *joint skeleton* tangan berfungsi untuk pencocokan keakurasian dari posisi koordinat terhadap penggunaannya. Pengujian *joint* ini dilihat dari setiap nilai koordinat sudut gambar dari hasil *skeleton*. Pengujian dilakukan pada 3 sudut yaitu pada sudut kiri atas, sudut kanan atas, dan sudut kanan bawah.

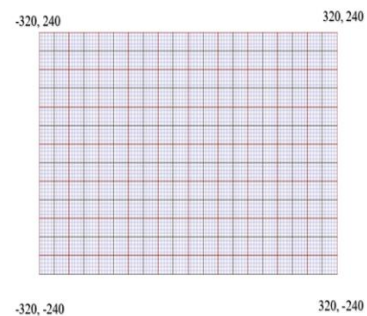
Pada Gambar 10 dapat dilihat hasil pengujian *joint* tangan pada sudut kiri atas dengan hasil koordinat yang didapatkan yaitu  $x = 640$  dan  $y = 0$ .

Pada Gambar 11 dibawah ini hasil pengujian *joint* tangan pada sudut kanan atas dengan hasil koordinat yang didapatkan yaitu  $x = 0$  dan  $y = 0$ .

Pada Gambar 12 hasil pengujian *joint* tangan pada sudut kanan bawah dengan hasil koordinat yang didapatkan yaitu  $x = 73$  dan  $y = 340$ . Sehingga untuk pengujian *joint* tangan dapat disimpulkan koordinat yang didapatkan pada gambar 4-5 dengan nilai  $x$  maksimum yaitu 640 dan nilai  $y$  maksimum yaitu 355 sedangkan pengaturan *frame* citra memiliki Panjang 640 dan lebar 480.



Gambar 11. Hasil pengujian *joint* pada sudut kanan bawah



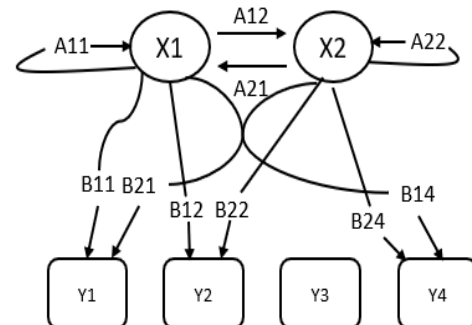
Gambar 12. Tabel koordinat *skeleton*

**C. Pengujian model HMM**

Pengujian data masukkan dilakukan untuk melihat koordinat pada tangan yaitu posisi telapak tangan pada koordinat X dan koordinat Y serta posisi masing-masing ujung jari pada koordinat X dan koordinat Y. Pengujian data masukkan dilakukan bertujuan untuk urutan *sequence* yang didapat dari setiap koordinat yang didapatkan dari *frame* untuk posisi telapak tangan dan ujung jari dalam model HMM.

1. Gerakan “Abang”

Untuk dapat mengetahui nilai matriks emisi dan matriks transisi dapat dilihat dari gerakan abang bentuk HMM seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Model HMM gerakan “Abang”

Pada HMM gerakan “Abang”, terdapat 2 buah *state* yaitu *state* X1 dan X2 dengan perpindahan antar *state* mulai dari A11, A12, A21 dan A22. Terdapat 4 buah *observer* yaitu Y1 (*start*), Y2 (*up*), Y3 (*down*) dan Y4 (*end*). *Observer* HMM yang digunakan yaitu *observer* Y1 dan Y2 dengan perpindahan dari *state* ke *observer* B11, B12, B14, B21, B22, dan B24. Dimana nilai matriks A dan matriks B didapatkan dari nilai perpindahan antar *state* dan perpindahan dari *state* ke *observer*.

Matriks Emisi	0.350900430939...	0.516918269528...	0.516918269528...	0.516918269528...
	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	0.2	0.2	0.2

Gambar 14. Matriks A gerakan “Abang”

Dari Gambar 14 diatas nilai matriks A dari gerakan “Abang” didapatkan kemungkinan transisi dari perpindahan antar *state* dari *state* yang satu ke *state* yang lain didapatkan perubahan nilai matriks pada baris pertama.

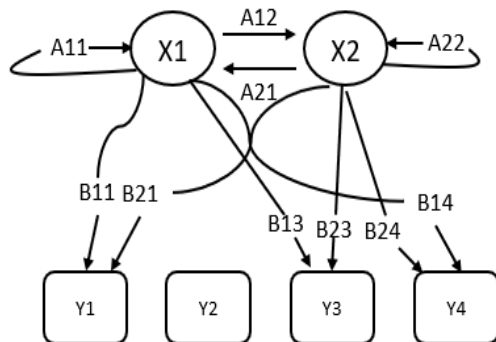
Matriks Transisi	0.329993744124...	0.25	0.25	0.25
	0.423770124480...	0.25	0.25	0.25
	0	0.25	0.25	0.25
	0.246236131395...	0.25	0.25	0.25

Gambar 15. Matriks B gerakan “Abang”

Dari Gambar 15 diatas nilai matriks B dari gerakan abang didapatkan kemungkinan transisi dari perpindahan antar *state* ke *observer* yang satu dengan *observer* yang lain didapatkan perubahan nilai matriks pada kolom pertama.

### 1. Gerakan “Adik”

Untuk dapat mengetahui nilai matriks emisi dan matriks transisi dapat dilihat dari gerakan “Adik” bentuk HMM seperti pada Gambar 16.



Gambar 16. Model HMM gerakan “Adik”

Pada HMM gerakan “Adik”, terdapat 2 buah *state* yaitu *state* X1 dan X2 dengan perpindahan antar *state* mulai dari A11, A12, A21 dan A22. Terdapat 4 buah *observer* yaitu Y1 (*start*), Y2 (*up*), Y3 (*down*) dan Y4 (*end*). *Observer* HMM yang digunakan yaitu *observer* Y1 dan Y2 dengan perpindahan dari *state* ke *observer* B11, B13, B14, B21, B23, dan B24. Dimana nilai matriks A dan matriks B didapatkan dari nilai perpindahan antar *state* dan perpindahan dari *state* ke *observer*.

Matriks Emisi	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.1839871897518	0.363628539461...	1.1839871897518	1.1839871897518
	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	0.2	0.2	0.2

Gambar 17. Matriks A gerakan “Adik”

Dari Gambar 17 diatas nilai matriks A dari gerakan “Adik” didapatkan kemungkinan transisi dari perpindahan antar *state* dari *state* yang satu ke *state* yang lain didapatkan perubahan nilai matriks pada baris kedua.

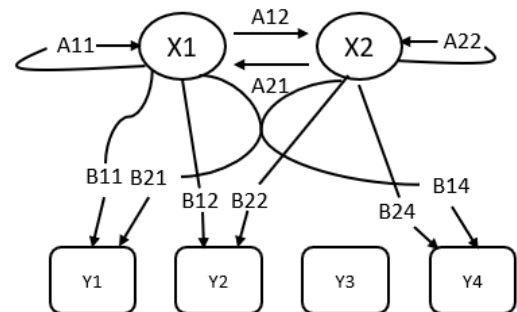
Matriks Transisi	0.25	0	0.25	0.25
	0.25	0.607970479704...	0.25	0.25
	0.25	0.392029520295...	0.25	0.25
	0.25	0	0.25	0.25

Gambar 18. Matriks B gerakan “Adik”

Dari Gambar 18 diatas nilai matriks B dari gerakan “Adik” didapatkan kemungkinan transisi dari perpindahan antar *state* ke *observer* yang satu dengan *observer* yang lain didapatkan perubahan nilai matriks pada kolom kedua.

### 2. Gerakan “Makan”

Untuk dapat mengetahui nilai matriks emisi dan matriks transisi dapat dilihat dari gerakan “Makan” bentuk HMM seperti pada Gambar 19 dibawah ini.



Gambar 19. Model HMM gerakan “Makan”

Pada HMM gerakan “Makan”, terdapat 2 buah *state* yaitu *state* X1 dan X2 dengan perpindahan antar *state* mulai dari A11, A12, A21 dan A22. Terdapat 4 buah *observer* yaitu Y1 (*start*), Y2 (*up*), Y3 (*down*) dan Y4 (*end*). *Observer* HMM yang digunakan yaitu *observer* Y1 dan Y2 dengan perpindahan dari *state* ke *observer* B11, B12, B14, B21, B22, dan B24. Dimana nilai matriks A dan matriks B didapatkan dari nilai perpindahan antar *state* dan perpindahan dari *state* ke *observer*.

Matriks Emisi	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	0.2	0.2	0.2
	1.1839871897518	1.1839871897518	0.363628539461...	1.1839871897518
	0.2	0.2	0.2	0.2

Gambar 20. Matriks A gerakan “Makan”

Dari Gambar 20 merupakan nilai matriks A dari gerakan “Makan” didapatkan kemungkinan transisi dari perpindahan antar *state* dari *state* yang satu ke *state* yang lain didapatkan perubahan nilai matriks pada baris ketiga.

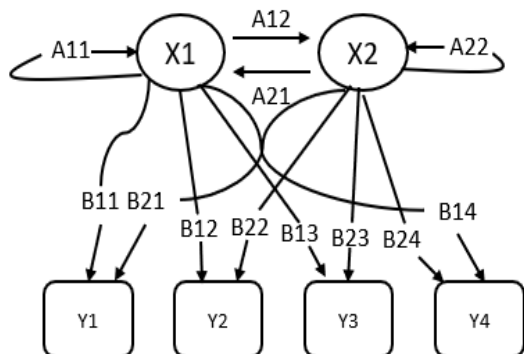
Matriks Transisi	0.25	0.25	0	0.25
	0.25	0.25	0.607970479704...	0.25
	0.25	0.25	0	0.25
	0.25	0.25	0.392029520295...	0.25

Gambar 21. Matriks B gerakan “Makan”

Dari Gambar 21 merupakan nilai matriks B dari gerakan “Makan” didapatkan kemungkinan transisi dari perpindahan antar *state* ke *observer* yang satu dengan *observer* yang lain didapatkan perubahan nilai matriks pada kolom ketiga.

### 3. Gerakan “Sabar”

Untuk dapat mengetahui nilai matriks emisi dan matriks transisi dapat dilihat dari gerakan “Sabar” bentuk HMM seperti pada Gambar 22.



Gambar 22. Model HMM gerakan “Sabar”

Pada HMM gerakan sabar, terdapat 2 buah *state* yaitu *state* X1 dan X2 dengan perpindahan antar *state* mulai dari A11, A12, A21 dan A22. Terdapat 4 buah *observer* yaitu Y1 (*start*), Y2 (*up*), Y3 (*down*) dan Y4 (*end*). *Observer* HMM yang digunakan yaitu *observer* Y1 dan Y2 dengan perpindahan dari *state* ke *observer* B11, B12, B13, B14, B21, B22, B23 dan B24. Dimana nilai matriks A dan matriks B didapatkan dari nilai perpindahan antar *state* dan perpindahan dari *state* ke *observer*.

Matriks Emisi	0.350900430939...	0.516918269528...	0.516918269528...	0.516918269528...
	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	0.2	0.2	0.2

Gambar 23. Matriks A gerakan “Sabar”

Dari gambar 23 diatas nilai matriks A dari gerakan “Sabar” didapatkan kemungkinan transisi dari perpindahan antar *state* dari *state* yang satu ke *state* yang lain didapatkan perubahan nilai matriks pada baris pertama.

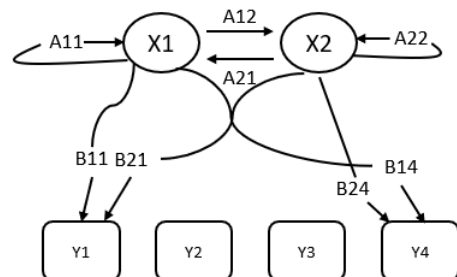
Matriks Transisi	0	0.25	0.25	0.25
	0.423770124480...	0.25	0.25	0.25
	0.246236131395...	0.25	0.25	0.25
	0.329993744124...	0.25	0.25	0.25

Gambar 24. Matriks B gerakan sabar

Dari gambar 24 diatas nilai matriks B dari gerakan “Sabar” didapatkan kemungkinan transisi dari perpindahan antar *state* ke *observer* yang satu dengan *observer* yang lain didapatkan perubahan nilai matriks pada kolom pertama.

### 4. Gerakan “Saya”

Untuk dapat mengetahui nilai matriks emisi dan matriks transisi dapat dilihat dari gerakan “Saya” bentuk HMM seperti pada Gambar 25 dibawah ini.



Gambar 25. Model HMM gerakan “Saya”



Pada HMM gerakan saya, terdapat 2 buah *state* yaitu *state* X1 dan X2 dengan perpindahan antar *state* mulai dari A11, A12, A21 dan A22. Terdapat 4 buah *observer* yaitu Y1 (*start*), Y2 (*up*), Y3 (*down*) dan Y4 (*end*). *Observer* HMM yang digunakan yaitu *observer* Y1 dan Y2 dengan perpindahan dari *state* ke *observer* B11, B21, B14 dan B24. Dimana nilai matriks A dan matriks B didapatkan dari nilai perpindahan antar *state* dan perpindahan dari *state* ke *observer*.

Matriks Emisi	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	0.2	0.2	0.2

Gambar 26. Matriks A gerakan “Saya”

Dari Gambar 26 diatas nilai matriks A dari gerakan “Saya” didapatkan kemungkinan transisi dari perpindahan antar *state* dari *state* yang satu ke *state* yang lain didapatkan nilai sebesar 0.2.

Matriks Transisi	0.25	0.25	0.25	0.25
	0.25	0.25	0.25	0.25
	0.25	0.25	0.25	0.25
	0.25	0.25	0.25	0.25

Gambar 27. Matriks B gerakan “Saya”

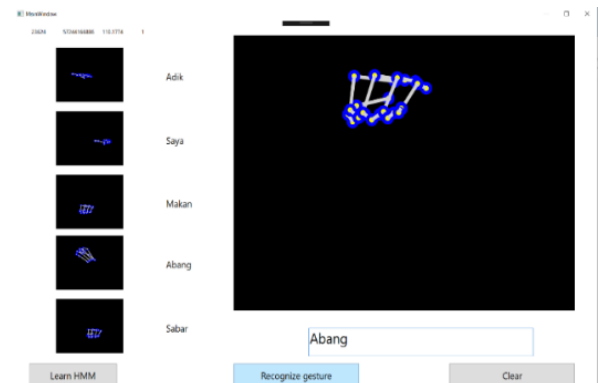
Dari gambar 27 diatas nilai matriks B dari gerakan “Saya” didapatkan kemungkinan transisi dari perpindahan antar *state* ke *observer* yang satu dengan *observer* yang lain didapatkan nilai sebesar 0.25.

#### D. Pengujian pengenalan gerakan

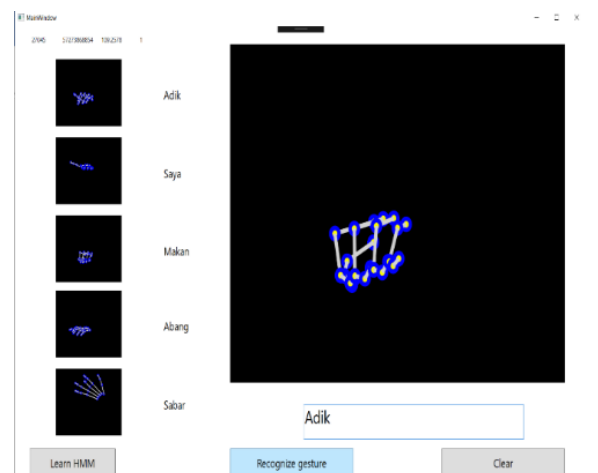
Pada Gambar 28 dapat dilihat hasil gerakan yang diterjemahkan yaitu “Abang” Pengujian gerakan ini dengan jumlah 20 percobaan, dimana sistem dapat mengenali 2 kali yaitu sebesar 10% dari seluruh jumlah percobaan. Dari hasil yang didapatkan dapat dikatakan bahwa gerakan ini belum cukup baik pengenalan gerakan dengan menggunakan metode *Hidden Markov Models*.

Pada Gambar 28 dapat dilihat hasil gerakan yang diterjemahkan yaitu “Adik” Pengujian gerakan ini dengan jumlah 20 percobaan, dimana sistem dapat mengenali 1 kali yaitu sebesar 5% dari seluruh jumlah percobaan. Dari hasil yang didapatkan dapat dikatakan bahwa gerakan ini

belum cukup baik pengenalan gerakan dengan menggunakan metode *Hidden Markov Models*.



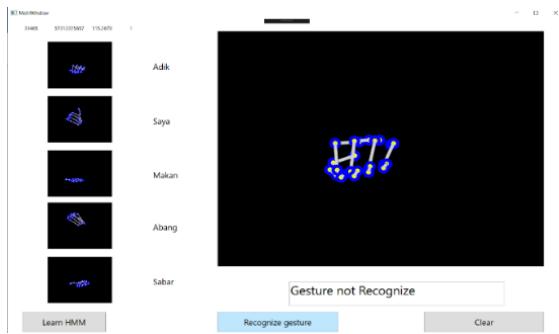
Gambar 28. Percobaan pertama kata “Abang”



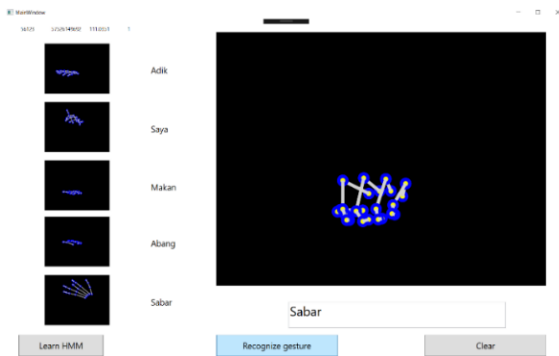
Gambar 29. Percobaan kedua kata “Adik”

Pada Gambar 29 dapat dilihat hasil gerakan yang diterjemahkan yaitu “Makan” Pengujian gerakan ini dengan jumlah 20 percobaan, dimana sistem dapat tidak mengenali yaitu sebesar 0% dari seluruh jumlah percobaan. Dari hasil yang didapatkan dapat dikatakan bahwa gerakan ini belum cukup baik pengenalan gerakan dengan menggunakan metode *Hidden Markov Models*.

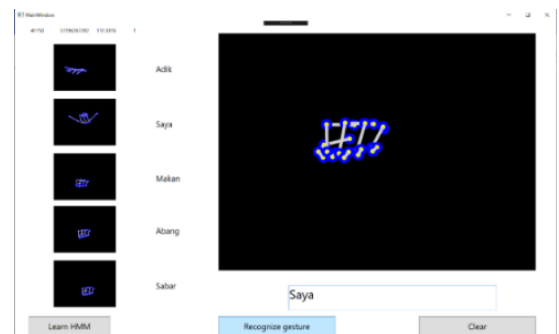
Pada Gambar 30 dapat dilihat hasil gerakan yang diterjemahkan yaitu “Sabar” Pengujian gerakan ini dengan jumlah 20 percobaan, dimana sistem dapat mengenali 20 kali yaitu sebesar 100% dari seluruh jumlah percobaan. Dari hasil yang didapatkan dapat dikatakan bahwa gerakan ini cukup baik pengenalan gerakan dengan menggunakan metode *Hidden Markov Models*.



Gambar 30. Percobaan ketiga kata “Makan”



Gambar 31. Percobaan ketiga kata “Sabar”



Gambar 32. Percobaan ketiga kata “Saya”

Tabel 1. Pengujian Gerakan

No	Gesture	Jumlah yang Dikenali	Total percobaan	Persentasi
1	Abang	2	20	10%
2	Adik	1		5%
3	Makan	0		0%
4	Sabar	20		100%
5	Saya	1		5%

Pada Gambar 31 dapat dilihat hasil gerakan yang diterjemahkan yaitu “Saya” Pengujian gerakan ini dengan jumlah 20 percobaan, dimana sistem dapat mengenali 1 kali yaitu sebesar 5%

dari seluruh jumlah percobaan. Dari hasil yang didapatkan dapat dikatakan bahwa gerakan ini belum cukup baik pengenalan gerakan dengan menggunakan metode *Hidden Markov Models*.

Secara keseluruhan berdasarkan hasil pengujian diatas untuk pengenalan gerakan belum cukup baik, dimana hanya kata “Sabar” yang dapat dikenali dengan sangat baik dari sistem yang dirancang seperti pada tabel 4-1. Hal ini disebabkan karena hasil training yang ditidak cukup baik dengan tingkat iterasi yang ditentukan mencapai 200 serta toleransi maksimum yang mencapai 0.01 didapatkan *likelihood* pengenalan gerakan dari hasil *training* mencapai sekitar – 4000 untuk koordinat pada telapak tangan dan – 50.000 untuk koordinat pada ujung jari-jari.

### V. KESIMPULAN

Sistem yang dirancang pada *training* Hidden Markov Model memiliki hasil training yang masih belum cukup baik sehingga belum dapat mengenali setiap pergerakan yang diberikan. Tingkat keberhasilan pengenalan gerakan untuk masing-masing kata “Abang” sebesar 10%, kata “Adik” sebesar 5%, kata “Makan” sebesar 0%, kata “Sabar” sebesar 100% dan kata “Saya” sebesar 5%.

Sistem yang dirancang hanya dapat mengenali kata “Sabar” untuk semua gerakan satu tangan yang diberikan misalnya gerakan satu tangan yang diberikan bukan merupakan kata “Sabar”.

Pengenalan gerakan dengan *Hidden Markov Models* dapat menambahkan algoritma yang lain agar hasil pengenalannya dapat menjadi lebih baik seperti halnya *Hidden Conditional Random Field*.

### VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] W. Khotimah, R. Saputra, N. Suciati, and R. Hariadi, “Alphabet Sign Language Recognition Using Leap Backpropagation-Genetic Algorithm Neural,” *J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. 15, pp. 95–103, 2017.

[2] M. D. Wibowo, I. Nurtanio, and A. A. Ilham, “Indonesian sign language recognition using leap motion controller,” in *Proceedings of the 11th International Conference on Information and Communication Technology and System, ICTS 2017*, Jan. 2018, vol. 2018-Janua, pp. 67–71, doi: 10.1109/ICTS.2017.8265648.

- [3] M. A. Almasre and H. Al-Nuaim, "Recognizing Arabic sign language gestures using depth sensors and a KSVM classifier," in *2016 8th Computer Science and Electronic Engineering Conference, CEEC 2016 - Conference Proceedings*, Jan. 2017, pp. 146–151, doi: 10.1109/CEEC.2016.7835904.
- [4] C. H. Chuan, E. Regina, and C. Guardino, "American sign language recognition using leap motion sensor," in *Proceedings - 2014 13th International Conference on Machine Learning and Applications, ICMLA 2014*, Feb. 2014, pp. 541–544, doi: 10.1109/ICMLA.2014.110.
- [5] F. Yasir, P. W. C. Prasad, A. Alsadoon, A. Elchouemi, and S. Sreedharan, "Bangla Sign Language recognition using convolutional neural network," in *2017 International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies, ICICICT 2017*, Apr. 2018, vol. 2018-January, pp. 49–53, doi: 10.1109/ICICICT1.2017.8342533.
- [6] A. Basuki, M. Zikky, J. Akhmad Nur Hasim, and N. Ilham Ramadhan, "SENSOR GERAK DENGAN LEAP MOTION UNTUK MEMBANTU KOMUNIKASI TUNA RUNGU/WICARA," *SENTIA 2016*, vol. 8, no. 1, 2016, Accessed: Jan. 09, 2021. [Online]. Available: <http://sentia.polinema.ac.id/index.php/SENTIA2016/article/view/61>.
- [7] L. H. Samino, *Kamus Sistem Isyarat Bahasa Indonesia*, 5th ed. DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH LUAR BIASA, 2008.