

Deteksi Gerakan Bahasa Isyarat Menggunakan Euclidean Distance

Chairi Nur Insani^{1*}, Nurhikma Arifin², Muh. Rafli Rasyid³,
^{1,2,3}Departemen Teknik Informatika, Universitas Sulawesi Barat
^{1,2,3}Majene, Sulawesi Barat
 chairini@unsulbar.ac.id^{1*}, nurhikma_arifin@unsulbar.ac.id², mrafli@unsulbar.ac.id³

Abstrak. Orang yang memiliki keterbatasan pendengaran/wicara akan sulit berkomunikasi secara lisan dengan orang normal. Cara berkomunikasi dapat menggunakan tulisan yang lambat dan tidak efisien atau dengan bahasa isyarat. Bahasa isyarat menjadi satu-satunya metode yang efisien digunakan bagi orang dengan keterbatasan pendengaran/wicara. Sedangkan kebanyakan masyarakat normal tidak dapat menggunakan bahasa isyarat. Sehingga sistem untuk mendeteksi bahasa isyarat menjadi sebuah kebutuhan untuk membantu masyarakat dengan keterbatasan komunikasi secara lisan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi bahasa isyarat kedalam teks sesuai dengan makna yang sebenarnya. Pengambilan data dilakukan menggunakan *Leap Motion* dengan 15 data gerakan isyarat tangan yang memiliki gerakan dasar dan kemiripan dalam gerakannya. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa isyarat abjad A, B, W, M, N, J, Z dan isyarat kata dia, pakai, saya, kakak, adik bingung, kecewa, hai. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *euclidean distance* untuk mencari jarak minimum dari nilai *support vector* yang terdeteksi sama. *Inputan* pada proses uji adalah huruf W yang dilakukan secara *realtime* memiliki kemiripan gerakan isyarat dengan huruf B dan kata kecewa nilai *Euclidean distance* yaitu 0.5475649269013902 maka *inputan* tersebut dapat terdeteksi sesuai dengan makna yang sebenarnya. Hasil akurasi rata-rata yang didapatkan dari keseluruhan tahap pengujian 15 data gerakan sebesar 88,7%.

Kata Kunci: Bahasa Isyarat, *euclidean distance*, *Leap Motion*.

1 Pendahuluan

Secara umum definisi bahasa adalah kalimat atau perkataan. Kalimat dalam sebuah bahasa dibentuk dengan menggabungkan satu atau lebih kata-kata. Kalimat atau perkataan ini yang biasanya digunakan oleh masyarakat sebagai bahasa dalam berkomunikasi yang dilakukan secara lisan dan dipahami oleh kedua komunikator. Orang yang memiliki keterbatasan pendengaran/wicara akan sulit berkomunikasi secara lisan dengan orang normal. Cara berkomunikasi dapat menggunakan tulisan yang lambat dan tidak efisien atau dengan bahasa isyarat. Bahasa isyarat menjadi satu-satunya metode yang efisien digunakan bagi orang dengan keterbatasan pendengaran/wicara. Sedangkan kebanyakan masyarakat normal tidak dapat menggunakan bahasa isyarat. Sehingga sistem untuk mendeteksi bahasa isyarat menjadi sebuah kebutuhan untuk membantu masyarakat dengan keterbatasan komunikasi secara lisan.

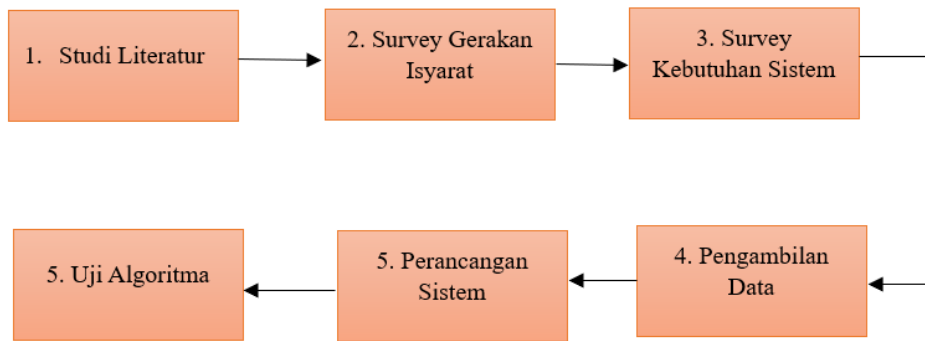
Gabungan dari sensor *Leap Motion* dan *Myo Armband* untuk mendeteksi isyarat tangan dengan berbagai macam gerakan yang mewakili angka dan alphabet mendapatkan akurasi rata-rata sebesar 98,63%. Penelitian ini dilakukan oleh Khamid dkk menggunakan ekstraksi fitur dari *Leap Motion* berupa sudut jari, jarak ujung jari, ketinggian ujung jari. Kemudian menggunakan perhitungan nilai mutlak, *zero crossing*, *root mean*, *varians* dan panjang gelombang dari *Myoarmband* [1]. *Leap Motion* juga digunakan pada penelitian Pramunanto dkk untuk memberikan pelatihan bahasa isyarat bagi orang normal agar dapat mengatasi hambatan dalam berkomunikasi dengan orang penyandang cacat pendengaran. Fitur *Leap Motion* yang digunakan adalah sudut antara jari dengan akurasi pengujian sebesar 70,69% [2]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Insani dkk menggunakan fitur yang ada pada *Leap Motion* untuk mengenali huruf alphabet bahasa isyarat pada kondisi pencahayaan redup maupun terang mendapatkan akurasi tertinggi pada cahaya terang 96,2%. Metode yang digunakan ialah ekstraksi fitur API *Leap Motion* yang kemudian diklasifikasi menggunakan SVM dan *Euclidean Distance* [3]. *Leap Motion* memiliki dua kamera dan tiga inframerah yang berfungsi untuk memetakan tangan kedalam virtual yang selanjutnya data tangan virtual tersebut diekstraksi oleh API yang dimiliki oleh *Leap Motion*.

Algoritma *Euclidean Distance* digunakan oleh Nathal dkk dalam penelitian untuk memperkenalkan model 3 dimensi dalam pelajaran mate-matika dengan pendekatan *Virtual Reality* berhasil memperkuat konstruksi mate-matis pengetahuan siswa [4]. Basri dkk dalam penelitiannya menerjemahkan bahasa isyarat Bisindo menggunakan *Euclidean Distance* untuk menghitung nilai kemiripan citra dalam proses pengenalan fitur mendapatkan hasil akurasi sebesar 96, 92% [5]. *Euclidean Distance* juga digunakan untuk mendeteksi jumlah ayam broiler pada penelitian Rinjani dkk dengan cara pemberian *bounding box* dan pelabelan nomor id pada ayam. Proses perhitungan jumlah ayam didapatkan melalui *bounding box* yang terdeteksi dengan akurasi

tertinggi 86, 67%[6]. Zharfan dkk menggunakan alat bantu berupa sensor *Kinect* untuk mengenali gerakan senam lansia dengan menggunakan metode *Euclidean Distance* dapat mendeteksi 16 titik tubuh dengan akurat[7]. Oleh karena latar belakang tersebut, tujuan penelitian ini untuk mendeteksi gerakan bahasa isyarat, khususnya pada gerakan tangan menggunakan *Euclidean Distance* dan bantuan dari sensor *Leap Motion*.

2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini memiliki tahapan yang dapat dilihat pada gambar 1, dimulai dari proses awal penelitian hingga akhir penelitian:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Adapun uraian pada tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Studi literatur merupakan tahap awal pada penelitian ini untuk mencari referensi dari literatur jurnal nasional maupun internasional, buku artikel, dan laporan penelitian relevan terkait dengan topic penelitian yang dilakukan yaitu mengenai sistem penerjemah bahasa isyarat.
2. Survey gerakan isyarat dilakukan untuk penentuan tingkat kebutuhan sistem dan perancangan sistem.
3. Survey kebutuhan sistem terkait alat yang digunakan pada pembuatan sistem penerjemah bahasa isyarat.
4. Pengambilan data dilakukan selama proses penelitian. Data yang digunakan berupa gambar tangan yang di konversi menjadi ID unik oleh *Leap Motion*.
5. Perancangan sistem dilakukan dengan membuat alur penelitian dan penentuan metode yang digunakan dalam sistem penerjemah bahasa isyarat.
6. Uji algoritma penerjemah dilakukan untuk mengetahui akurasi algoritma dan sistem yang dibuat.

Metode Penelitian yang dilakukan dengan cara experimental dengan skenario penelitian yang ditunjukkan pada gambar 2 berikut:



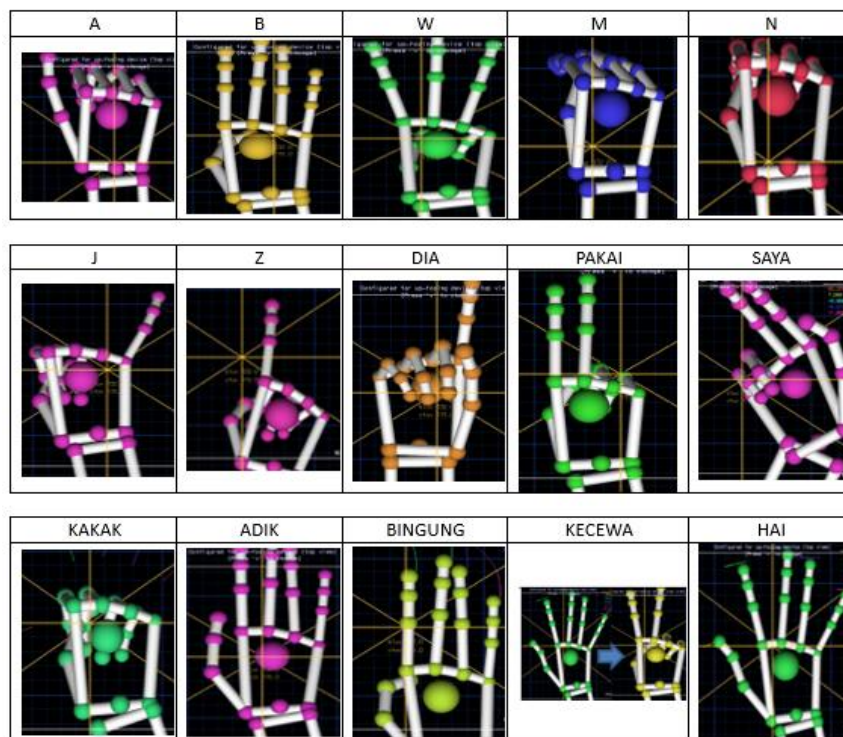
Gambar 2. Rancangan Sistem Deteksi Bahasa Isyarat.

Sistem deteksi dibuat dengan bantuan sensor *Leap Motion* dengan data berupa isyarat tangan. Selanjutnya, penentuan koordinat tangan dari hasil ekstraksi API *Leap Motion*. Nilai dari hasil ekstraksi tersebut yang disimpan dalam dataset dengan sistem *labeling* akan diproses pada klasifikasi dengan model teks yang dapat

dibaca oleh orang normal. Pengambilan data dilakukan menggunakan *Leap Motion* dengan 15 data gerakan isyarat tangan yang memiliki gerakan dasar dan kemiripan dalam gerakannya. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa isyarat abjad A, B, W, M, N, J, Z dan isyarat kata dia, pakai, saya, kakak, adik bingung, kecewa, hai. Gerakan ini juga merupakan gerakan dasar yang diajarkan di salah satu sekolah luar biasa di kota Makassar.

2.1 Bahasa Isyarat

Bahasa isyarat di Indonesia terbagi menjadi dua, salah satunya mengadopsi sistem isyarat Amerika secara teknis sistemnya. Bentuk dari gerakan tangannya tersusun dari tatanan yang sistematis dari seperangkat isyarat jari dan tangan yang gerakannya bermakna kosakata Bahasa Indonesia[8]. Bahasa isyarat dibagi menjadi empat yaitu isyarat pokok yang melambangkan kata, isyarat tambahan yang melambangkan akhiran atau awalan, isyarat bentukan ialah gabungan dari isyarat pokok dan isyarat tambahan, serta abjad jari yang melambangkan huruf atau angka[9]. Gambar gerakan bahasa isyarat yang digunakan untuk pengambilan data dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Data Gerakan Bahasa Isyarat.

21 Leap Motion

Leap Motion memiliki dimensi 0.5 x 1.2 x 3 inchi yang dapat terhubung ke komputer atau laptop dengan sambungan USB. Sistem kerja dari *Leap Motion* diawali dengan pemetaan tangan ke dalam bentuk virtual tiga dimensi dengan sistem deteksi yang mengikuti jejak arah gerak tangan[10]. *Leap Motion* memiliki API yang berfungsi untuk mengekstraksi titik koordinat tangan. Selanjutnya, jika *Leap Motion* telah terhubung dengan perangkat komputer atau laptop maka komunikasi antar perangkat lunaknya menggunakan *Leap Service*. Gerakan tangan akan terdeteksi oleh perangkat keras dari *Leap Motion*, kemudian dipetakan menggunakan *Leap Enable* dari data *Leap Service*. Selanjutnya untuk menentukan konfigurasinya menggunakan *Leap Setting App*. Contoh penggunaannya dapat dilihat pada gambar 3[11].



Gambar 4. Penggunaan Leap Motion.

2.3 Euclidean Distance

Euclidean distance merupakan matriks yang paling sering digunakan untuk menghitung jarak terutama yang berkaitan dengan metodologi perbandingan. Jarak digunakan untuk menentukan kesamaan atau ketidaksamaan berdasarkan nilai *score* dan n-vektor[7]. Metode pencarian kedekatan nilai jarak dari dua buah titik dalam *Euclidean Space*, biasanya penerapannya pada dua dimensi atau tiga dimensi. *Euclidean distance* juga dapat menentukan jarak untuk data numerik, untuk dua titik data x dan y dalam ruang d-dimensi[6]. Rumus dari salah satu metode perhitungan jarak *Euclidean distance* dapat ditentukan dengan persamaan (1).

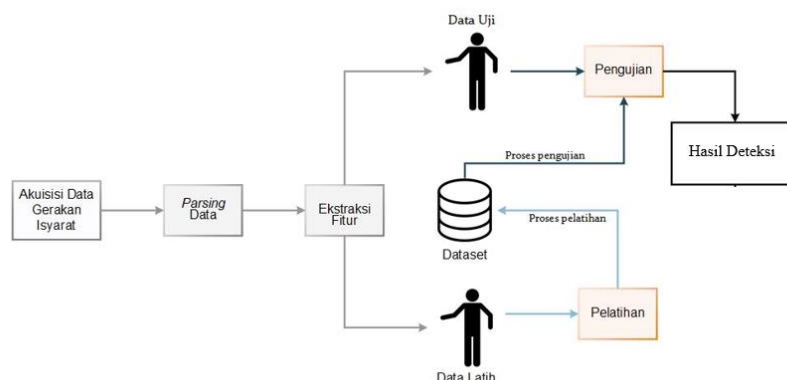
$$d(p, q) = \sqrt{(q_1 - p_1)^2 + (q_2 - p_2)^2} \tag{1}$$

Dimana :

- d = eucledian distance
- p = Nilai data 1
- q = Nilai data 2

3 Hasil dan Pembahasan

Alur perancangan sistem deteksi bahasa isyarat dapat dilihat pada gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 5. Alur Perancangan Sistem.

Alur perancangan sistem terdiri dari dua tahapan yaitu tahapan pelatihan dan pengujian yang diuraikan sebagai berikut:

Tahapan pelatihan dimulai dengan data latih diambil dari data bahasa isyarat yang berhasil dideteksi oleh *Leap Motion* dan telah diberi makna isyarat tersebut secara *real time*. Contoh pemberian makna untuk bahasa isyarat huruf W yang memiliki kemiripan gerakan isyarat dengan huruf B dan kata kecewa. Pada tahap ini ruas jari tangan diambil oleh API *leap motion* menggunakan *library frame leap motion*. Data tersebut diambil dari fitur telapak tangan antara lain *distal phalanges*, *intermediate phalanges*, *proximal phalanges*, dan *metacarpals*. Fitur telapak tangan meliputi titik ujung dan ruas jari-jari tangan. Hasil dari fitur telapak tangan adalah koordinat x, y, z, yang merupakan penggambaran dari koordinat kartesius pada *leap motion*, dan digunakan juga untuk menentukan nilai koordinat untuk masing-masing ruas jari tangan dalam dataset. Pada fitur ruas jari paling bawah atau *metacarpals* menghasilkan nilai *hand direction* (*speeds*) yang menentukan nilai koordinat *pitch and roll* dalam dataset. *Pitch* adalah koordinat antara sumbu -z yang bergerak ke sumbu y, z atau dapat diartikan bahwa *pitch* merupakan gerakan di sekitar sumbu x. *Roll* adalah koordinat antara sumbu y yang bergerak pada sumbu x, -y dengan kata lain gerakan di sekitar sumbu z. Tabel 1 menunjukkan koordinat *inputan* data huruf W.

Tabel 1. Data *Input* huruf W

Jari - Jari	Koordinat Jari			Hand Direction
	X	Y	Z	Speeds
Ibu Jari	-26.502	96.509	-59.380	4.011
Jari Telunjuk	8.470	106.113	-66.899	5.486
Jari tengah	38.824	102.526	-55.353	8.477
Jari manis	2.144	41.185	24.485	4.329
Jari kelingking	12.762	57.146	35.354	7.418

Setelah ruas jari-jari tangan diketahui dari *inputan gerakan* huruf w, maka dilakukan ekstraksi fitur oleh API *leap motion* dengan nilai koordinat jari-jari dan nilai koordinat *hand direction* yang disimpan dalam dataset. Koordinat *distal phalanges* merupakan posisi ujung jari digunakan untuk menentukan koordinat ruas jari pertama (*btip*). Metode yang digunakan dengan mengukur jarak antara ujung jari yang berdekatan berdasarkan pada jumlah *frame* dari gambar visualisasi tiga dimensi.

$$btip = \frac{x}{T} \tag{2}$$

Dimana:

x = Nilai koordinat kartesius sumbu x

T = Banyaknya *frame* dari API *leap motion*

Koordinat *intermediate phalanges* atau posisi ruas jari kedua (*dip*) yang digunakan untuk menentukan jarak dua *btip* yang berdekatan, dan untuk menentukan *palm position*. *Dip* (koordinat y) ditentukan dengan cara menghitung jumlah *frame* oleh API *leap motion*. Kemudian koordinat *proximal phalanges* yaitu ruas jari ketiga (*pip* atau koordinat z) berfungsi menentukan titik koordinat *metacarpals* (*mcp*), dan *btip* yang digunakan untuk mencari koordinat posisi telapak tangan atau jarak area segitiga (*three-spread*).

$$mcp = \frac{Speeds_i}{T} \tag{3}$$

Dimana:

$Speeds$ = Nilai koordinat kartesius *hand direction*, $i = 1, \dots, 5$,

T = Banyaknya *frame* dari API *leap motion*

Menentukan nilai koordinat posisi telapak tangan (C)

$$C = triArea = \frac{1}{2} |btip_n + mcp_{max} + 1|$$

$$C = \frac{1}{T} (triArea) \tag{4}$$

Dimana :
C = Koordinat telapak tangan
triArea = Area segitiga posisi telapak tangan
btip = Koordinat ruas ujung jari
mcp = Koordinat ruas keempat jari
T = Banyaknya *frame* dari API *leap motion*

Selanjutnya dilakukan proses normalisasi data untuk merubah data ke dalam *range* yang telah ditentukan agar data lebih proposional. Nilai normalisasi digunakan untuk mengkonversi posisi tiga dimensi dari isyarat tangan menjadi posisi *relative* terhadap jangkauan kamera. Normalisasi didapatkan dengan menghitung koordinat berdasarkan perhitungan jarak antara kelima ujung jari dengan posisi koordinat pusat telapak tangan.

$$N = \frac{||F_i - C||}{T} \tag{5}$$

Dimana :
N = Normalisasi
F = Nilai koordinat *btip*, $i = 1, \dots, 5$,
C = Koordinat posisi telapak tangan

Dilanjutkan perhitungan sudut antara ujung suatu jari dengan *palm center* (telapak tangan), pertama menghitung selisih nilai X pada telapak (*origin*) dengan X pada ujung jari dan juga selisih nilai Y. Kemudian dilakukan perhitungan *Arc tan* pada kuadrat selisih nilai tersebut. Hasil akhir pada perhitungan sudut ini dikalikan dengan 180 dan dibagi dengan nilai PI (π) dikarenakan nilai awal pada hasil akuisisi memiliki satuan radian, bukan derajat. Nilai koordinat dari hasil ekstraksi fitur API *leap motion* kemudian di beri label kedalam 15 kelas sesuai dengan gerakan makna isyarat huruf/kata tersebut. Kemudian disimpan dalam *dataset. p* untuk digunakan pada tahap pengujian. Pelatihan dilakukan dengan menggunakan algoritma *support vector* bertujuan memberikan model berdasarkan data pelatihan untuk memprediksi label kelas dari data uji. Pada penelitian ini menggunakan kernel RBF yang bersifat *non-linear* sehingga memerlukan kernel untuk memetakan *vector* ciri ke dalam ruang berdimensi tinggi. Kernel RBF digunakan pada proses pelatihan. Proses selanjutnya dilakukan perhitungan jarak dari nilai *support vector*. Dimisalkan jika data uji adalah gerakan untuk huruf w yang diambil secara *real time* memiliki kemiripan gerakan dengan huruf B dan kata kecewa memiliki nilai *support vector* yang samadengan atau hampir samadengan huruf B dan kata kecewa, maka dilakukan perhitungan jarak antara data *support vector* tersebut. Jika hasil perhitungan jarak minimum, maka dapat disimpulkan bahwa gerakan isyarat tersebut tidak terdeteksi. Sedangkan jika jarak data minimum, maka gerakan isyarat tersebut terdeteksi. Hasil deteksi pada proses pengujian dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil pada tahap pengujian

NO.	Data Gerakan	Akurasi
1	A	90%
2	B	90%
3	W	100%
4	M	80%
5	N	80%
6	J	100%
7	Z	80%
8	DIA	90%
9	PAKAI	100%
10	SAYA	100%
11	KAKAK	70%
12	ADIK	80%
13	BINGUNG	100%
14	KECEWA	90%
15	HAI	70%

Bedasarkan pengujian sistem pada tabel 2 didapatkan hasil akurasi rata-rata yaitu sebesar 88,7 %. Kemiripan dan kecepatan garakan tangan memiliki *inputan* nilai koordinat yang hampir sama. Kemudian dari data tersebut dilakukan ekstraksi fitur oleh API *leap motion* yang menghasilkan nilai yang tidak jauh berbeda pada proses

klasifikasi. Faktor inilah yang menyebabkan hasil deteksi tidak akurat dan stabil. Untuk perhitungan jarak *support vector* dilakukan dengan rumus perhitungan jarak antar dua titik (bidang datar) dengan hasil yang dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Nilai *Euclidean distance*.

NO.	Data Gerakan	Euclidian Distance
1	A	1.0445393099780773
2	B	2.2116020409554147
3	W	0.5475649269013902
4	M	2.0212436953607353
5	N	0.9197261021393246
6	J	2.0212436953607353
7	Z	0.8886064570760257
8	DIA	2.1839509997332500
9	PAKAI	3.4810533198355005
10	SAYA	2.3631800696997685
11	KAKAK	1.2320302734262400
12	ADIK	1.4690248428591877
13	BINGUNG	0.6608977306619835
14	KECEWA	0.5950078261787755
15	HAI	0.7188817150759818

Setelah mengetahui nilai *euclidian distance* dari masing-masing data, kemudian dilakukan proses pengurutan data dari nilai *euclidian distance* yang paling kecil ke nilai yang paling besar untuk mencari nilai minimum dalam menentukan hasil penerjemahan.

4 Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini menghasilkan sistem penerjemah isyarat yang menerjemahkan gerakan isyarat secara *real time* menghasilkan akurasi sebesar 88,7%. Akurasi ini didapatkan dari klasifikasi nilai *support vector* dan nilai *euclidean distance* yang berfungsi untuk menghitung jarak antara *support vector* agar mendapatkan nilai minimum dari data isyarat tangan yang memiliki kemiripan gerakan. Apabila hasil perhitungan *euclidean distance* bernilai minimum maka data gerakan isyarat tangan akan terdeteksi sebagai makna yang sebenarnya. Pada hasil penelitian diatas *inputan* pada proses uji adalah huruf W yang memiliki kemiripan gerakan dengan huruf B dan kata kecewa dengan nilai *euclidean distance* yaitu 0.5475649269013902 maka *inputan* tersebut dapat terdeteksi sesuai dengan makna yang sebenarnya.

Referensi

- [1] Khamid, A. D. Wibawa, and S. Sumpeno, "Gesture Recognition for Indonesian Sign Language Systems (ISLS) Using Multimodal Sensor Leap Motion and Myo Armband Controllers Based-on Naïve Bayes Classifier," in *2017 International Conference on Soft Computing, Intelligent System and Information Technology (ICSIT)*, Sep. 2017, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICSIT.2017.42.
- [2] E. Pramunanto, S. Sumpeno, and R. S. Legowo, "Classification of hand gesture in Indonesian sign language system using Naive Bayes," in *2017 International Seminar on Sensors, Instrumentation, Measurement and Metrology (ISSIMM)*, Surabaya, Aug. 2017, pp. 187–191. doi: 10.1109/ISSIMM.2017.8124288.
- [3] C. N. Insani, I. Nurtanio, and A. A. Ilham, "The effect of light on Leap Motion Controller in the classification of Sign Language Translator System," in *2019 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*, Dec. 2019, pp. 296–300. doi: 10.1109/ISRITI48646.2019.9034602.
- [4] K. Puga, M. Nathal, H. Bracamontes del Toro, M. Solano, and J. Sandoval, "The Immersive Virtual Reality: A Study in Three-dimensional Euclidean Space," *Am. J. Educ. Res.*, vol. 6, pp. 170–174, Mar. 2018, doi: 10.12691/education-6-3-2.
- [5] S. Basri, D. Indra, H. Darwis, A. Mufila, L. Ilmawan, and B. Purwanto, *Recognition of Indonesian Sign Language Alphabets Using Fourier Descriptor Method*. 2021, pp. 409. doi: 10.1109/EIConCIT50028.2021.9431883.
- [6] A. Rinjani, J. Priambodo, and F. I. Adhim, "Sistem Penjejak Mortalitas Penghitung Jumlah Ayam Broiler Menggunakan Metode Deteksi Gerak," *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 2, pp. A420–A425, Dec. 2021, doi: 10.12962/j23373539.v10i2.73292.

- [7] F. Zhafran, N. C. Basjaruddin, and E. Rakhman, "ALAT BANTU SENAM REHABILITASI MANDIRI UNTUK LANSIA MENGGUNAKAN METODE EUCLIDEAN DISTANCE," *Pros. Ind. Res. Workshop Natl. Semin.*, vol. 9, pp. 852–861, Oct. 2018, doi: 10.35313/irwns.v9i0.1160.
- [8] Y. Reskina, E. E. Lubis, and M. Si, "Pengaruh Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (Sibi) Berita Televisi Terhadap Pemahaman Informasi Siswa Tunarungu Di Kota Pekanbaru," vol. 6, pp. 14, 2019.
- [9] "Membangun Aplikasi Pelatihan Bahasa Isyarat Berbasis Komputer Pada Orang Tunarungu. Naskah Publikasi. diajukan oleh Chris Putut Wijayanto - PDF Free Download," *adoc.pub*. <https://adoc.pub/membangun-aplikasi-pelatihan-bahasa-isyarat-berbasis-kompute.html> (accessed Mar. 28, 2022).
- [10] P. Chophuk, S. Chumpen, S. Tungjitkusolmun, and P. Phasukkit, "Hand postures for evaluating trigger finger using leap motion controller," in *2015 8th Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON)*, Nov. 2015, pp. 1–4. doi: 10.1109/BMEiCON.2015.7399560.
- [11] S. Nugraha, D. H. Murti, and W. N. Khotimah, "Penggunaan Dual Sensor Leap Motion Controller untuk Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI)," *INFORMAL Inform. J.*, vol. 4, no. 2, pp. 48–58, Nov. 2019, doi: 10.19184/isj.v4i2.12634.