

Hand Sign Translating Apparatus (HASTA)

Azka Zakiyyatuddin^{1,a)}, Yudhistira Yoga Semeru^{2,b)}, Bambang Haryo Praditya Fathammubina^{2,c)}, Eko Satria^{1,d)}, Mitra Djamal^{1,e)}, Maria Evita^{1,f)}

¹Laboratorium Elektronika (Afiliasi Penulis Pertama),
Kelompok Keilmuan Fisika Teoretik Energi Tinggi dan Instrumentasi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

²Teknik Mesin
Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)} azkakyokushin@gmail.com (corresponding author)

^{b)} yudsyoga@gmail.com

^{c)} adityasquare2@gmail.com

^{d)} ekosatria004@gmail.com

^{e)} mitra@fi.itb.ac.id

^{f)} maria@fi.itb.ac.id

Abstrak

Menurut PPLS terdapat 130.572 anak yang memiliki disabilitas dari keluarga miskin. Sebesar 12,51% diantaranya menyandang tunawicara. Ketidakmampuan seorang tunawicara untuk berbicara normal membuat mereka kesulitan berkomunikasi dengan orang lain. Mereka mampu berkomunikasi dengan menggunakan bahasa isyarat. Bahasa isyarat yang digunakan di Indonesia ada dua jenis, yaitu BISINDO dan SIBI. Namun masih banyak orang yang tidak memahami bahasa isyarat tersebut. Proyek ini bertujuan untuk menjembatani komunikasi itu dengan membuat sebuah alat yang dapat mendeteksi gestur tangan penggunanya. Perangkat tersebut dilengkapi dengan giroskop dan akselerometer dalam satu modul MPU6050. Sensor tersebut diletakan di setiap jari untuk mendeteksi orientasi setiap jari. Sebuah mikrokontroler Arduino Pro Micro akan menganalisis data dari setiap sensor tersebut untuk mengidentifikasi gestur-nya dari library gestur yang telah dibuat. Kemudian, suara dari huruf/kata tersebut akan dikeluarkan oleh speaker sehingga mereka dapat berkomunikasi dengan lebih mudah.

Kata-kata kunci: Komunikasi, tunawicara, bahasa isyarat, gestur, MPU6050

PENDAHULUAN

Menurut data dari Survey Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) 2012 terdapat 6.515.500 jiwa dari 244.919.000 jumlah penduduk Indonesia yang menyandang disabilitas[1]. SUSENAS menggunakan istilah disabilitas dengan definisi ketidakmampuan melaksanakan suatu aktivitas atau kegiatan tertentu sebagaimana layaknya orang normal yang disebabkan kondisi *impairment* (kehilangan/ketidakmampuan) yang berhubungan dengan usia dan masyarakat. Dari data tersebut, terdapat 7.87% yang mengalami disabilitas pendengaran, dan 2.74% mengalami disabilitas dalam berkomunikasi. Total dari keduanya adalah penduduk yang mengalami kesulitan dalam berbicara karena pada umumnya, mereka yang tidak mampu berbicara adalah yang tidak mampu mendengar [2]. Dengan demikian akan ada sekitar 691.294 penduduk yang mengalami kesulitan dalam berkomunikasi.

Untuk memudahkan komunikasi tersebut, telah ada bahasa komunikasi yang tidak memerlukan suara, yaitu bahasa isyarat. Bahasa isyarat ini diungkapkan dengan gerakan atau gestur tangan tertentu untuk huruf/kata tertentu. Namun permasalahannya, bahasa tersebut kurang dikenali baik oleh masyarakat, sehingga komunikasi

masih sulit dilakukan. Oleh karena itu diperlukan sebuah alat yang mampu menerjemahkan bahasa isyarat menjadi suara dalam bahasa yang dimengerti oleh masyarakat.

Saat ini sudah ada alat penerjemah bahasa isyarat yang dikembangkan oleh berbagai institusi di dunia. Alat yang dikembangkan tersebut menggunakan *flex sensor* sebagai sensor utama dalam pembacaan orientasi jari tangan untuk mengetahui gesturnya [3]. Karena sensor tersebut sangat mahal yaitu Rp. 147.800 rupiah untuk setiap sensor, sehingga perangkat yang dihasilkan dari pengembangan tersebut juga mahal atau sekitar Rp. 739.000 rupiah[4]. Pada penelitian ini, telah dilakukan pengembangan perangkat penerjemah bahasa isyarat dengan menggunakan sensor GY-51 yang didalamnya terdapat *accelerometer* dan *gyrosensor*. Sensor tersebut berharga jauh lebih murah dibanding *flex sensor* yaitu Rp. 18.000, atau Rp.129.800 lebih murah dibanding *flex sensor*[5]. Dengan selisih biaya seperti itu, pembacaan gestur tangan masih mampu dilakukan menggunakan sensor GY-51. Penelitian ini akan bermanfaat untuk pengembangan penerjemahan bahasa isyarat, dan realisasi alat yang lebih murah dan mampu dibeli penyandang disabilitas.

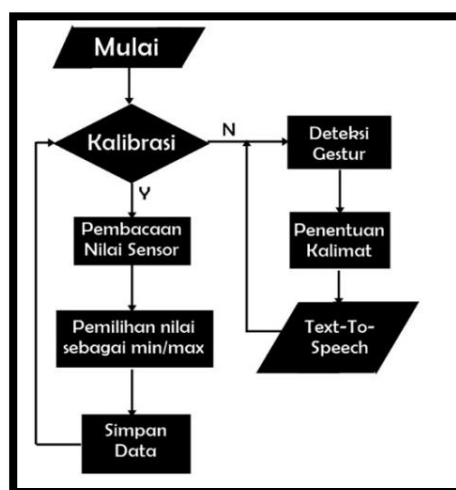
Selain daripada itu, penelitian HASTA ini dilakukan untuk menunjukkan aplikasi sensor MPU6050 sebagai *gyrosensor* dan *accelerometer* yang lebih luas. Lebih tepatnya untuk *motion detection* yang cukup kompleks. Untuk *Motion detection* menggunakan MPU6050 yang inputnya cukup banyak, tentu diperlukan proses pengolahan data yang tepat. Penulis melakukan pengujian pendeteksian kompleks ini dengan cara yang cukup sederhana dengan *Sum Square Error (SSE)*.

KONSEP ALAT

Implementasi

Alat ini dibuat dengan tujuan dapat membantu orang yang mengalami kesulitan dalam berbicara (tunawicara) untuk dapat berkomunikasi dengan penduduk lainnya. *Handsign Translating Apparatus (HASTA)* berfungsi untuk menerjemahkan gestur tangan/ Bahasa isyarat menjadi huruf/kata dan merubahnya menjadi suara. Alat ini didesain dalam bentuk sarung tangan yang mudah dan nyaman untuk digunakan. Pada setiap jari di sarung tangan tersebut, dipasang modul sensor GY-51 yang dapat membaca orientasi jari penggunaannya ketika alat dipakai. Orientasi tersebut akan dibaca oleh mikrokontroler Arduino Pro Micro untuk diolah. Setelah melalui pengolahan, data kemudian akan dikirim ke komputer. Di dalam komputer, data orientasi jari tadi akan dicocokkan dengan *library* orientasi jari yang telah dibuat. Dengan demikian, akan dapat dikenali makna kata/huruf dibalik gestur tersebut. Setelah ditemukan kata/huruf yang cocok, maka kata/huruf tersebut akan diubah menjadi suara dan dikeluarkan melalui *speaker*. Dengan demikian, alat ini dapat membantu tunawicara untuk berkomunikasi dengan orang lain, terutama yang tidak memahami bahasa isyarat.

Algoritma Program



Gambar 1. Diagram alir Algoritma Program HASTA

Pada Gambar 1, terdapat diagram alir yang menunjukkan alur kerja algoritma dari HASTA. Algoritma program HASTA terdiri dari dua bagian utama yaitu kalibrasi dan deteksi gestur. Kalibrasi adalah proses pengambilan nilai masing-masing sensor untuk orientasi jari pada gestur tertentu. Setelah melalui proses ini akan didapatkan data tiap sensor saat gestur pengguna sudah stabil/diam. Nilai dari sensor-sensor tersebut kemudian menjadi nilai yang akan diproses melalui proses deteksi gestur untuk menentukan huruf/kata apa yang sesuai dengan gestur tangan tersebut.

Bagian selanjutnya dari algoritma tersebut adalah proses deteksi gestur. Pada proses ini, sensor akan melakukan akuisisi data secara *real-time*, lalu dilakukan perhitungan *Sum Square Error* (SSE). SSE adalah sebuah metode perhitungan error dimana akan dihitung jumlah kuadrat dari deviasi error data setiap titik [4]. Berikut adalah persamaannya.

$$Error = \left(\frac{Batas\ Bawah + Batas\ Atas}{2} \right) - Akuisisi\ data\ sensor \tag{1}$$

$$Error\ Kuadrat = \sum_{i=0}^n error_i^2 \tag{2}$$

Melalui metode ini, dapat dihitung error data yang mendekati nilai sebenarnya baik itu kurang dari atau lebih dari. Melalui proses evaluasi error SSE, dapat ditentukan huruf/kata apa yang dihasilkan dari gestur tangan tertentu. Nilai error SSE antara data yang dibaca dengan *database* akan dibandingkan dengan semua nilai *database* data sehingga didapatkan nilai SSE antara bacaan sensor dengan *database* data sensor.

$$Deteksi\ huruf\ ke - i\ (\%) = \frac{(Error\ relatif\ terbesar) - (Error\ huruf\ ke - i)}{(Error\ relatif\ terbesar)} \tag{3}$$

Data error tersebut kemudian akan diubah ke dalam bentuk persen dengan menggunakan persamaan (3). Melalui perhitungan ini, jika nilainya mendekati 1, maka gestur tersebut semakin mendekati huruf tersebut. Sebaliknya, jika nilainya mendekati 0, maka gestur tersebut makin tidak sesuai untuk huruf tersebut. Pada akhirnya akan terpilih satu huruf yang paling sesuai dengan gestur tersebut.

Text-to-Speech



Gambar 2. Alur Program Text-To-Speech [5]

Text-to-Speech adalah sebuah metode penghasil suara berdasarkan ejaan kata yang ada. Untuk alat ini, kata/huruf diperoleh dari proses pengenalan gestur tangan. Ejaan kata tersebut akan dikeluarkan melalui *speaker* dari komputer sesuai dengan tahapan pada Gambar 2 di atas. Kata yang diperoleh akan diproses menjadi bit-bit data. Kemudian, dilakukan tahap ekstraksi suara dengan menentukan bagian-bagian kata dan menentukan data suara yang harus dikeluarkan. Data tersebut selanjutnya akan menjadi suara sebagai output melalui *speaker*.

KOMPONEN ALAT

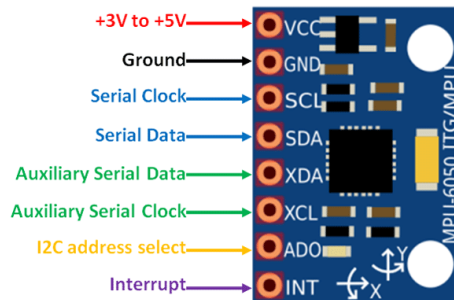
Mikrokontroler Arduino Pro Micro



Gambar 3. Arduino Pro Micro tampak depan dan belakang [6]

Arduino Pro Micro adalah board mikrokontroler berdasarkan ATmega32u4 seperti dapat dilihat pada Gambar 3. Mikrokontroler ini memiliki 20 pin digital input/output, 7 diantaranya dapat digunakan sebagai pin PWM dan 12 sebagai pin analog). Mikrokontroler ini memiliki *clock speed* 16MHz dan bekerja dengan input tegangan 7-12 volt [6]. Alasan utama mikrokontroler ini dipilih, selain ukurannya yang cukup kecil, juga karena sudah mendukung komunikasi *Two Wire Interface* (TWI) atau antarmuka I2C. Pin yang digunakan untuk komunikasi TWI ini adalah pin 2 (SDA) dan 3 (SCL). Dengan menggunakan komunikasi TWI ini, 5 sensor yang digunakan pada HASTA dapat berkomunikasi hanya dengan menghubungkan pin I2C-nya ke pin I2C di Arduino Pro Micro.

Sensor GY-51 MPU6050



Gambar 4. Sensor GY-51 MPU6050 [7]

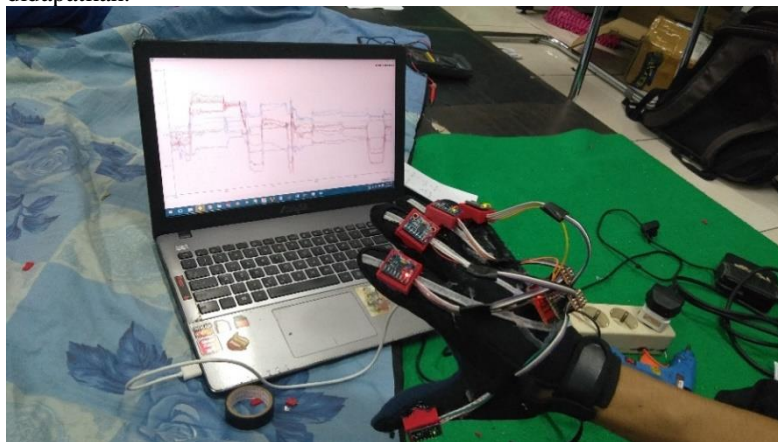
Sensor GY 51 adalah sebuah modul sensor IMU (*Inertial Measurement Unit*) yang menggunakan chip MPU 6050 dari *InvenSense*. Bentuknya dan data pinnya dapat dilihat di Gambar 4. MPU6050 in adalah sebuah chip yang memiliki akselerometer (sensor percepatan) 3-axis dan giroskop (sensor orientasi) 3-axis. Dengan demikian chip MPU 6050 memiliki 6 *degrees of freedom* (DOF). Hal tersebut sangat berguna untuk metode penerjemahan yang lebih banyak, namun untuk penelitian ini baru digunakan 4 DOF. Modul sensor GY-51 ini juga sudah dilengkapi oleh *Digital Motion Processors* (DMP) yang akan mengolah data mentah dari akselerometer dan giroskop [8]. DMP akan mengolah data mentah tersebut menjadi data dalam bentuk *quaternion* (4 dimensi) dan meminimalisir *error* yang dihasilkan.

Desain Alat



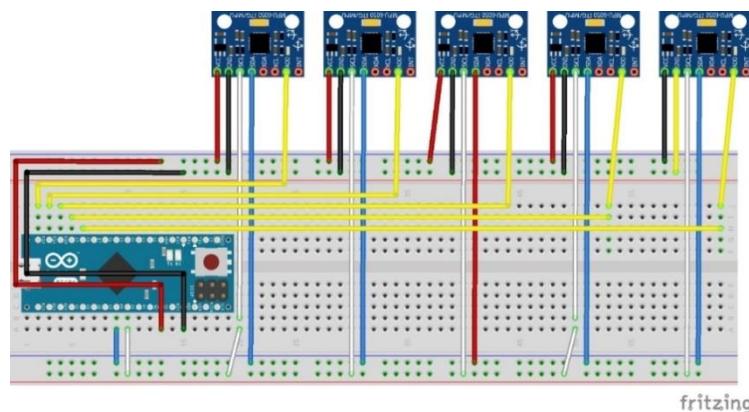
Gambar 5. Desain cincin sensor MPU6050

Cincin yang ditampilkan pada Gambar 5 di atas, didesain sendiri dengan menggunakan software desainer 3D. Desain tersebut kemudian direalisasikan menggunakan metode 3D Printing dengan bahan dasar PLA. Di dalam cincin tersebut dipasangkan modul sensor GY-51. Cincin ini kemudian dipasangkan di setiap jari pada sarung tangan. Dengan demikian, ketika sarung tangan tersebut dipakai oleh pengguna maka data orientasi setiap jarinya bisa didapatkan.



Gambar 6. Desain *mock-up* HASTA

Gambar 6 menunjukkan desain *mock-up* HASTA ketika proses kalibrasi sensor. HASTA menggunakan sarung tangan sebagai dasar desainnya. Kemudian setiap sensor *GY-51* ditempatkan di cincin, di setiap ujung jari. Sensor tersebut kemudian dipasangkan dengan mikrokontroler *Arduino Pro Micro* melalui rangkaian yang telah dirancang sebagai berikut.



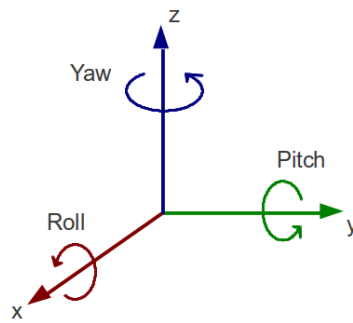
Gambar 7. Sketsa rangkaian elektronik alat HASTA

KALIBRASI DAN PENGUJIAN

Tabel 1. Kalibrasi data sensor untuk setiap huruf

Huruf	Pitch (°)					Roll (°)				
	Jari 1	Jari 2	Jari 3	Jari 4	Jari 5	Jari 1	Jari 2	Jari 3	Jari 4	Jari 5
A	-16	-5	3	32	31	88	-47	-46	-93	-10
B	-47	-18	-15	-9	3	0	99	95	76	58
C	-72	-38	-35	14	34	57	56	23	7	12
D	-38	-4	-9	20	29	-5	84	-42	-70	-71
E	-36	-18	-8	5	19	3	-40	-59	-76	-78
F	-51	-40	-22	-2	32	54	-11	89	81	72
G	-78	-36	25	16	14	-9	-2	-10	-13	-12
H	-61	-7	10	14	38	-34	-89	-81	-17	-22
I	-36	-53	-31	13	4	30	-47	-41	-56	33
J	-41	-58	-35	11	7	40	-46	-46	-61	35
K	-31	-17	-2	26	31	58	102	63	-71	-74
L	-44	-2	-6	20	33	145	99	-37	-64	-62
M	-30	-46	-36	32	23	14	5	1	-20	-68
N	-26	-12	-15	30	27	26	0	-16	-80	-83
O	-48	-48	-40	4	27	54	-13	-26	-39	-29
P	-54	-15	1	22	31	4	22	-62	-93	-98
Q	0	1	30	2	-4	-72	-87	-16	170	-17
R	-34	5	-16	21	27	13	80	58	-51	-70
S	-30	-4	0	22	36	-1	-46	-49	-73	-74
T	-20	0	0	31	33	68	18	-42	-89	-10
U	-42	-5	-2	6	25	38	88	81	-46	-51
V	-40	-7	6	25	28	9	103	60	-81	-79
W	-43	-23	2	41	46	21	92	75	72	-64
X	-27	1	7	29	38	-14	36	-54	-87	-90
Y	-32	-9	-14	25	37	99	-63	-48	-57	35
Z	-49	-18	-6	29	33	42	80	-44	-70	-60

Tabel 1 di atas merupakan *database* nilai sensor untuk setiap huruf. Proses untuk mendapatkan *database* tersebut dilakukan dengan cara memakaikan alat terlebih dahulu ke tangan, kemudian mencoba setiap gestur dari bahasa isyarat SIBI. Ketika gestur tersebut dilakukan, data *roll* dan *pitch* dari tiap sensor di kelima jari disimpan. Data tersebut kemudian akan menjadi *database* data sensor untuk gestur tertentu. Data yang disimpan adalah data yang sudah stabil untuk gestur tersebut.

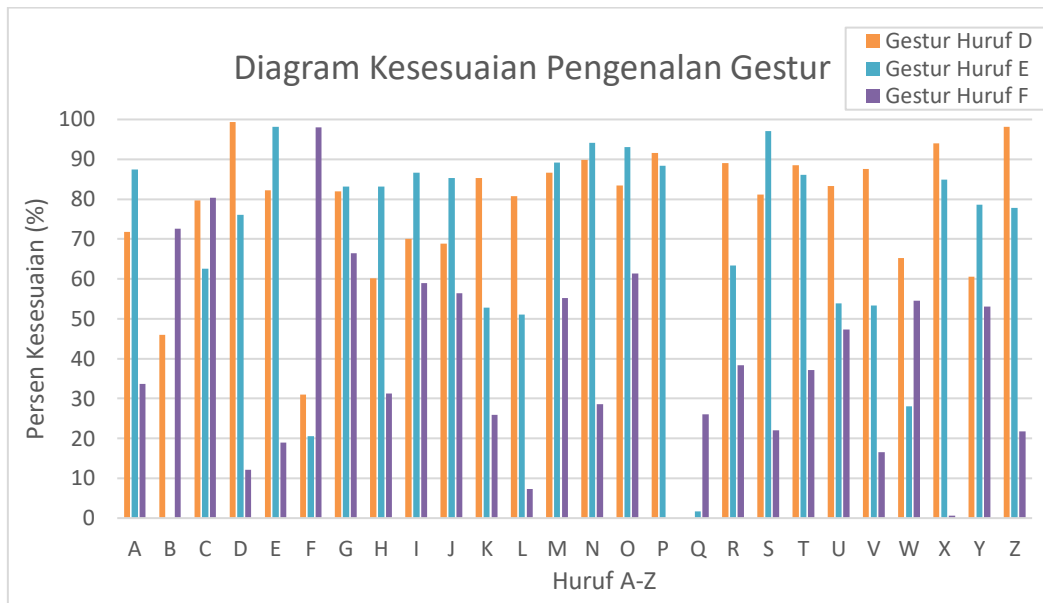


Gambar 8. Skema Roll, Pitch, Yaw



Gambar 9. Dokumentasi proses pengujian huruf A-Z

Gambar 9 di atas merupakan gambar dokumentasi pengujian gestur untuk huruf A hingga huruf Z. Dengan menggunakan *database* pada Tabel 1, proses pengenalan gestur dapat dilakukan. Sesuai dengan yang disampaikan pada bagian konsep alat, proses pengenalan gestur memanfaatkan metode (*Sum Square Error*) SSE. Berikut ini adalah data hasil pengujian untuk gestur huruf A. Nilai yang paling mendekati 100% adalah kata/huruf yang paling sesuai dengan gestur tersebut. Berikut ini adalah diagram kesesuaian untuk percobaan 3 huruf yang hasilnya sudah sesuai.



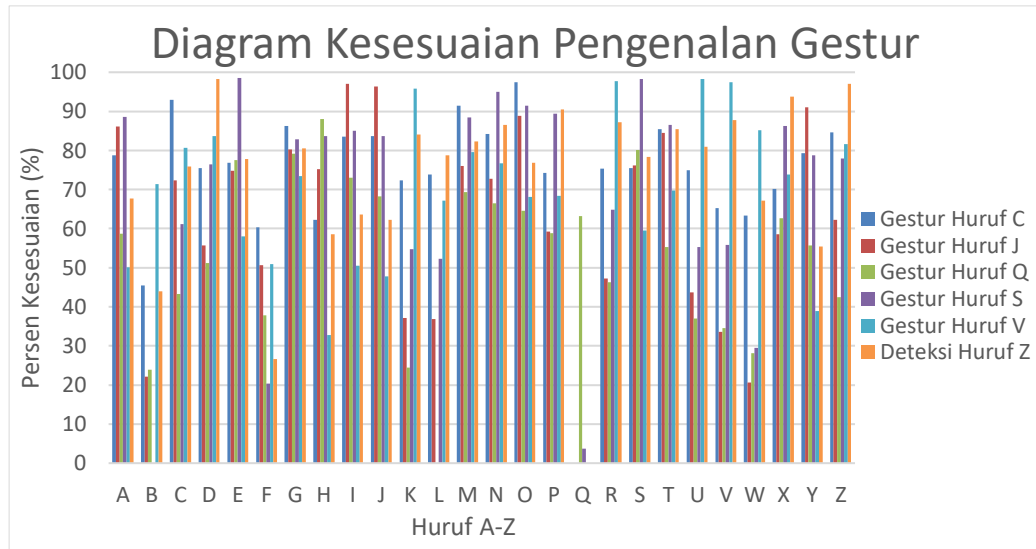
Gambar 10. Diagram Kesesuaian Pengenalan Gestur Huruf D,E,F

Pada Gambar 10, ditunjukkan persen kesesuaian gestur D, E, F dengan setiap huruf yang ada. Data gestur D,E,F ditampilkan lebih detail pada grafik di atas karena pembacaannya sudah benar dan sebagai gambaran untuk hasil pendeteksian gestur lainnya. Berdasarkan data diagram pada gambar 10, persen kesesuaian gestur tertinggi sudah sesuai dengan huruf yang dituju. Pada pendeteksian gestur huruf D, didapatkan kesesuaian 99,3% dengan huruf D, pada pendeteksian gestur huruf E, didapatkan kesesuaian 98,2% dengan huruf E, dan pada pendeteksian gestur huruf F, didapatkan kesesuaian 98% dengan huruf F. Dengan menggunakan metode yang sama, didapatkan kesesuaian gestur dan huruf yang sudah sesuai sebagai berikut.

Tabel 2. Persen Kesesuaian tertinggi untuk huruf dengan gestur yang sesuai

Huruf	Persen Kesesuaian
A	94.20%
B	99%
G	91.80%
H	89%
I	98.20%
K	99.50%
L	99.30%
M	96.40%
N	98.70%
O	97.90%
P	99.30%
R	98.80%
T	95.60%
U	99.50%
W	97.80%
X	97.10%
Y	97.60%

Selain daripada huruf-huruf di atas, terdapat beberapa gestur tangan yang pembacaannya belum sesuai dengan huruf yang seharusnya. Dengan metode yang sama seperti sebelumnya, berikut ini adalah data diagram kesesuaian pengenalan gestur untuk huruf C, J, Q, S, V, Z. Gestur untuk huruf-huruf ini masih menunjukkan hasil yang salah untuk proses pendeteksian serupa.



Gambar 11. Diagram Kesesuaian Pengenalan Gestur Huruf C,J,Q,S,V,Z

Pada pengujian huruf C,J,Q,S,V,Z terdapat ketidaksesuaian hasil persen kesesuaian gestur tertinggi dengan huruf yang seharusnya. Untuk lebih jelasnya, berikut ini adalah tabulasi data persen kesesuaian tertinggi dan persen kesesuaian gestur pada huruf yang seharusnya.

Tabel 3. Persen Kesesuaian tertinggi dan huruf yang sesuai untuk gestur huruf C,J,Q,S,V,Z

Huruf	Persen Kesesuaian Tertinggi	Persen Kesesuaian Huruf yang Sesuai
C	97.4%	93%
J	97%	96.40%
Q	88.10%	63.20%
S	98.5%	98.20%
V	98.2%	97.40%
Z	98.3%	97%

Berdasarkan data tabel 3 di atas, perbedaan nilai persen kesesuaiannya tidak begitu jauh antara huruf yang seharusnya dengan persen kesesuaian tertinggi yang salah, kecuali pada huruf Q. Pada huruf Q, selisinya mendekati 20%. Sehingga perlu peninjauan ulang baik itu nilai database gestur pada huruf Q, atau pengambilan data saat pengujian alat untuk huruf Q.

$$\% \text{ Akurasi} = \frac{\text{Jumlah huruf terdeteksi tepat}}{\text{Jumlah total huruf}} \times 100\% \quad (4)$$

Dengan menggunakan persamaan (4), didapatkan akurasi deteksi alat sebesar 76,92%.

Pada paper ini, fungsi *text-to-speech* yang seharusnya ada pada alat belum terealisasi. Selain daripada itu, terkait proses penerjemahan alat terdapat berbagai metode lain yang mungkin meningkatkan akurasi alat. Salah satunya adalah dengan pendeteksian 3 posisi setiap jari yaitu tegak, tekuk, dan sangat tekuk. Sehingga untuk satu tangan akan didapatkan matriks 3x5 yang akan mengkalsifikasikan posisi setiap jari. Metode lainnya adalah dengan menerapkan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk proses penerjemahan,

KESIMPULAN

HASTA sudah dapat mendeteksi gestur dengan menggunakan data kemiringan pada 2 axis (*roll* dan *pitch*). Dari data kesesuaian gestur, didapatkan nilai akurasi pembacaan sebesar 76,92% untuk deteksi huruf dengan metode SSE. Dari 26 Gestur, 20 gestur memiliki nilai tepat, lima gestur dengan nilai hampir tepat, dan satu gestur dengan nilai tidak tepat. Salah satu kekurangannya adalah fungsi *text-to-speech* yang seharusnya ada pada alat belum terealisasikan. Selain itu, dari diskusi terdapat 2 metode yang dapat meningkatkan akurasi pembacaan, yaitu pendeteksian metode matriks atau dengan *Artificial Neural Network* (ANN).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah ini. Terutama kepada Prof. Mitra Djamal, Sdr. Eko Satria, dan Maria Evita, M.Si atas bimbingan dan diskusi pada penelitian ini.

REFERENSI

1. Rokhidah, Rr, Sumini (2015). *Survey Sosial Ekonomi Nasional 2012*. Badan Pusat Statistik.
2. Abdurrahman Muljono, S.Sudjadi. (1994). *Pendidikan Luar Biasa Umum*. Jakarta : Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
3. Lin, Monica and Reberto Villalba(2014). *Sign Language Glove*. Cornell University. USA. http://people.ece.cornell.edu/land/courses/ece4760/FinalProjects/f2014/rdv28_mjl256/webpage/ [Diakses 15.20, 1 Januari 2018].
4. Robot, Arfa Arduino. *Flex Sensor 2.2 inch*. Bukalapak. <https://www.bukalapak.com/p/elektronik/komponen-elektronik/s5fjlj-jual-flex-sensor-2-2-inch> [Diakses 15.22, 1 Januari 2018].
5. [Diakses 15.22, 1 Januari 2018].
6. Electronic, Bejo. *Gyro Sensor GY-521 MPU-6050 3 Axis Accelerometer Gyroscope Sensor Sensor Keseimbangan GY521 MPU6050*. Bukalapak. <https://www.bukalapak.com/p/elektronik/elektronik-lainnya/rauqjs-jual-gyro-sensor-gy-521-mpu-6050-3-axis-accelerometer-gyroscope-sensor-sensor-keseimbangan-gy521-mpu6050> [Diakses 15.28, 1 Januari 2018].
7. Admin. *Error of Sum Squares*. <https://math.tutorvista.com/statistics/error-sum-of-squares.html> [Diakses 19.32, 15 Desember 2018].
8. Admin. *Text-To-Speech Technologies that create lifelike voices*. IVONA an Amazon Company. <https://www.ivona.com/us/about-us/text-to-speech/> [Diakses 22.13, 15 Desember 2018].
9. Farnell. *Arduino Micro Datasheet*. Element14.
10. *MPU6050 – Accelerometer and Gyroscope Module* . <https://components101.com/sensors/mpu6050-module> [Diakses 7.22, 12 Desember 2018].
11. Firman, Beni (2016). *Implementasi Sensor IMU MPU6050 Berbasis Serial I2C Pada Self-Balancing Robot*. Teknik Elektro, Institut Sains Teknologi Akprind Yogyakarta.