

Rancang Bangun Sarung Tangan Pintar Penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (Bisindo) Berbasis Iot

Wildana Ahmad Priadiyatna¹, Hudiono², Abdul Rasyid³

^{1,2,3}Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital,

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

¹wildanaahmad.p26@gmail.com, ²hudiono@polinema.ac.id, ³irrasmt@gmail.com

Abstract—To make the general public can understand sign language, people who translate sign language are needed. Research with titled "Design of Smart Gloves for Indonesian Sign Language Translator (BISINDO) based on IoT" purpose to make easier for deaf people communicate daily with general public. Using Esp-32 microcontroller, flex sensor, and gyroscope sensor, to detect hand movements form sign language symbols. The results of translating symbols in the words will be display on smartphone application. The results of this study are in the form of smart gloves that can translate Indonesian Sign Language which is abbreviated as BISINDO. From the data of both right and left hand gloves, 26 letters and 5 different words can be combined. The results of mapping on right glove in letters A, B, L, M, W, Y, Z, have almost same flex sensor angle value, so that characters can appear, the mapping is carried out on MPU-6050 sensor. Tests were carried out 739 times on letter sign symbols and 180 times on word sign language symbols, the percentage of successful experiments on letters was 95% and the percentage of successful experiments on words was 73%.

Keywords—BISINDO, Flex sensor, Sensor MPU-6050, Esp-32, Mapping metode.

Abstrak—Agar masyarakat umum dapat memahami bahasa isyarat diperlukan orang yang menerjemahkan bahasa isyarat. Penelitian ini dengan judul “Rancang Bangun Sarung Tangan Pintar Penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) berbasis IoT” bertujuan untuk memudahkan penyandang tunarungu dalam berkomunikasi sehari – hari dengan masyarakat umum. Dengan menggunakan mikrokontroler Esp-32 yang mengolah data masukan dari sensor flex dan sensor gyroscope, kedua sensor tersebut dapat mendeteksi gerakan tangan yang membentuk simbol bahasa isyarat. Sensor flex dipasang pada jari – jari tangan, sedangkan sensor gyroscope diletakan pada punggung tangan kanan dan kiri. Hasil penerjemah simbol yang berupa huruf atau kata akan ditampilkan pada aplikasi di smartphone. Hasil penelitian ini adalah berupa sarung tangan pintar, dimana sarung tangan tersebut dapat menerjemahkan Bahasa Isyarat Indonesia yang disingkat dengan BISINDO. Sensor flex digunakan untuk mendeteksi gerakan dari jari-jari tangan, sedangkan sensor gyroscope dan sensor accelerometer (MPU-6050) untuk mendeteksi gerakan tangan. Dari data kedua perangkat sarung tangan kanan dan kiri tangan dapat dikombinasikan 26 huruf dan 5 kata yang berbeda. Hasil mapping pada sarung tangan kanan pada huruf A, B, L, M, W, Y, Z, memiliki nilai sudut sensor flex yang hamper sama, agar karakter bisa tampil dilakukan mapping pada sensor MPU-6050. Pada sarung tangan kiri lebih banyak yang menggunakan mapping sensor MPU-6050, karena pada simbol bahasa isyarat yang digunakan oleh tunarungu sering menggunakan tangan kanan. Pengujian dilakukan sebanyak 739 kali pada simbol isyarat huruf dan 180 kali pada simbol bahasa isyarat kata, Persentase keberhasilan percobaan pada huruf yaitu sebesar 95% dan persentase keberhasilan percobaan pada kata yaitu sebesar 73%.

Kata kunci—BISINDO, Sensor Flex, Sensor MPU-6050, Esp-32, metode Mapping.

I. PENDAHULUAN

Setiap manusia dilahirkan dengan kesempurnaan fisik yang berbeda-beda. Masyarakat umum melihat kesempurnaan seseorang dari kondisi fisik. Kondisi fisik yang mudah terlihat yaitu panca indera, yang terdiri dari, mata, hidung, telinga, lidah, kulit. Bilamana ada alat indera yang tidak dapat berfungsi dengan normal, seseorang dapat dikatakan mengalami cacat fisik. Adapun mereka yang mempunyai kekurangan fisik, yaitu tidak bisa bicara (bisu) dan tidak bisa mendengar (tuli), masyarakat pada umumnya menyebut mereka penyandang disabilitas tunawicara dan tunarungu [1]. Banyak masyarakat dengan pendengaran normal yang tidak memahami bahasa isyarat yang digunakan oleh penyandang tuna rungu untuk berkomunikasi [2].

Berkomunikasi hal yang sangat penting bagi manusia yang hidup bersosial . Dengan berkomunikasi seseorang akan lebih mudah menjalani kegiatannya sehari – hari dan mendapatkan informasi serta wawasan baru. Bahasa yang digunakan dimasyarakatkan ada berbagai jenis, seperti pada mereka yang penyandang tunawicara dan tunarungun berkomunikasi menggunakan bahasa isyarat [3].

Pada penelitian sebelumnya, telah dibahas memanfaatkan lima sensor flex serta sensor accelerometer dan gyroscope untuk membedakan isyarat ASL yang memiliki formasi jari serupa. Perancangan perangkat keras berbasis ArduinoMega 2560 sebagai pusat pengendali digunakan untuk membaca keluaran sensor yang ada dan memprosesnya melalui perangkat lunak yang dibuat menjadi informasi. Dengan bantuan modul ISheeld, data hasil terjemah dapat ditampilkan pada ponsel pintar dalam bentuk teks maupun suara, oleh Mohammad Y. Dias pada tahun 2018 [1].

Berdasarkan ulasan diatas, untuk memudahkan penyandang tunarungu dalam berkomunikasi sehari – hari dengan masyarakat umum maka dilakukan penelitian ini menggunakan ESP32 sebagai microcontroller, agar pengaplikasian pada tangan lebih sederhana dan ringkas, sensor yang digunakan sensor flex dan MPU 6050, dan Bahasa isyarat yang digunakan adalah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). Dengan itu penulis membuat judul “Rancang Bangun Sarung Tangan Pintar Penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) berbasis IoT”.

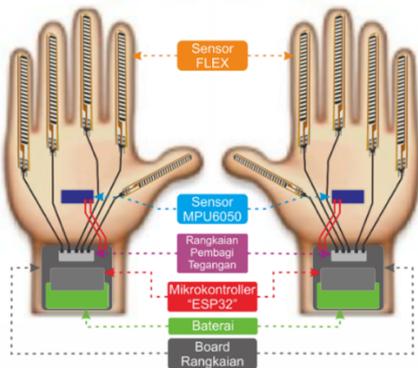
II. METODE

A. Internet of Things (IoT)

Internet Of Things adalah suatu konsep yang membutuhkan konektivitas internet untuk bertukar informasi satu sama lainnya dengan perangkat yang ada disekitar kita, kemampuan untuk mentranfer data melalui jaringan tanpa membutuhkan interaksi manusia ke perangkat secara langsung. IoT termasuk golongan metode komunikasi, IoT juga mencakup teknologi - teknologi sensor dan teknologi nirkabel. IoT paling erat hubungannya dengan komunikasi machine-tomachine (M2M) di bidang manufaktur dan listrik, perminyakan, dan gas [4][5]. Produk dibangun dengan kemampuan komunikasi M2M yang sering disebut dengan sistem cerdas atau "smart". (contoh: smart label, smart meter, smart grid sensor). Para programer dapat terhubung ke mesin melalui Internet, memeriksa status mesin dan menentukan apakah ada atau tidak minuman dingin yang menunggu mereka, tanpa harus pergi ke mesin tersebut [6][7].

B. Perancangan Alat dan Sistem

Pada kedua sarung tangan kanan dan kiri terdapat lima sensor flex yang terpasang pada setiap jari tangan, sensor gyro MPU-6050 yang diletakan pada punggung tangan dan rangkain pcb yang berisi mikrokontroller Esp-32 beserta baterai berada pada pergelangan lengan tangan. Sensor flex pada perangkat ini apabila jari tangan bergerak atau melengkungan, maka akan terjadi perubahan nilai resistansi yang dihasilkan oleh sensor flex. Kemudian salah satu pin dari sensor flex dihubungkan dengan rangkaian pembagi tegangan supaya nilai yang dihasilkan sensor flex dapat dibaca oleh pin ADC pada mikrokontroller. Sensor gyro MPU-6050 pada perangkat ini berfungsi untuk mendeteksi gerakan atau kemikiran sudut punggung tangan, untuk menyambukan dengan mikrokontroller Esp-32 menggunakan pin SCL dan SDA. Mikrokontroller Esp-32 selain sebagai pusat pemrosesan atau otak dari sebuah sistem ini, juga berfungsi sebagai pengirim data ke database melalui jaringan wifi, karena mikrokontroller Esp-32 dilengkapi dengan fitur wifi.



Gambar 1 Perencanaan Mekanik dan Komponen

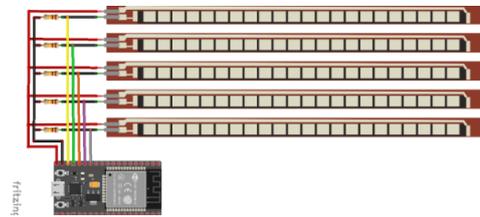
Pada kedua sarung tangan kanan dan kiri terdapat lima sensor flex yang terpasang pada setiap jari tangan, sensor gyro MPU-6050 yang diletakan pada punggung tangan dan rangkain pcb yang berisi mikrokontroller Esp-32 beserta baterai berada pada pergelangan lengan tangan. Sensor flex pada perangkat ini apabila jari tangan bergerak atau melengkungan, maka akan terjadi perubahan nilai resistansi yang dihasilkan oleh sensor flex. Kemudian salah satu pin dari sensor flex dihubungkan dengan rangkaian pembagi tegangan supaya nilai yang dihasilkan sensor flex dapat dibaca

oleh pin ADC pada mikrokontroller. Sensor gyro MPU-6050 pada perangkat ini berfungsi untuk mendeteksi gerakan atau kemikiran sudut punggung tangan, untuk menyambukan dengan mikrokontroller Esp-32 menggunakan pin SCL dan SDA. Mikrokontroller Esp-32 selain sebagai pusat pemrosesan atau otak dari sebuah sistem ini, juga berfungsi sebagai pengirim data ke database melalui jaringan wifi, karena mikrokontroller Esp-32 dilengkapi dengan fitur wifi [8][9].

Pada perangkat ini menggunakan supply dari baterai li-on 18650, menggunakan dua baterai yang dirangkai secara parallel untuk mendapatkan arus dua kali lipat, tegangan yang dihasilkan dari baterai sebesar 3,7 V [8]. Tegangan yang dibutuhkan oleh perangkat ini yaitu sebesar 5V, untuk mencapai tegangan 5V rangkaian batrei dihubungkan ke modul step up. Output dari modul step up dihubungkan ke vin pada mikrokontroller Esp-32[10].

C. Perancangan Sensor Flex

Sensor Flex pada penelitian ini digunakan untuk mendeteksi gerakan dari jari – jari tangan. Sensor flex yang digunakan berjumlah sepuluh, lima sensor dipasang pada sarung tangan kanan dan lima sensor dipasang pada sarung tangan kiri. Setiap gerakan jari membentuk suatu lengkungan atau sudut, setiap lengkungan mempengaruhi besarnya resistansi yang dikeluarkan oleh sensor flex. Output dari sensor flex tidak dapat dibaca langsung oleh mikrokontroller ESP32, maka ditambahkan rangkain pengondisi sinyal berupa rangkaian pembagi tegangan, dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan maka setiap perubahan resistansi sensor akan menghasilkan nilai tegangan. Nilai tegangan yang dihasilkan akan menjadi masukan pada pin ADC (Analog to Digital Converter) modul mikrokontroller ESP32 untuk diproses.



Gambar 2 Rangkaian Sensor Flex

TABEL I
KONFIGURAI SENSOR FLEX PADA ESP-32 TANGAN KANAN

Pin Esp-32	Jari Tangan
D13	Ibu Jari
D12	Telunjuk
D14	Jari Tengah
D27	Jari Manis
D26	Kelingking

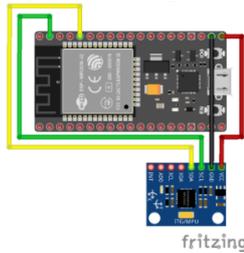
TABEL II
KONFIGURAI SENSOR FLEX PADA ESP-32 TANGAN KIRI

Pin Esp-32	Jari Tangan
D26	Ibu Jari
D27	Telunjuk
D14	Jari Tengah
D12	Jari Manis
D13	Kelingking

D. Perancangan Modul MPU-6050

Modul MPU-6050 memiliki dua sensor, sensor accelerometer dan sensor gyroscope. Pada penelitian ini

sensor MPU-6050 digunakan untuk mendeteksi gerakan tangan, peletakan sensor ini berada pada punggung tangan. Keluaran dari sensor MPU-6050 yaitu nilai sumbu X(gerakan ke kanan dan kiri), sumbu Y (gerakan ke atas dan bawah), sumbu Z (gerakan ke depan dan belakang), dengan ini dapat ketahui posisi gerakan dari tangan yang membentuk karakter dari Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). Sensor MPU-6050 sudah dilengkapi dengan fitur komunikasi I2C (Inter-Integrated Circuit), pin yang digunakan yaitu pin SCL (Serial Clock) dan pin SDA (Serial Data) pada MPU-6050 dihubungkan dengan pin SCL (Serial Clock) dan pin SDA (Serial Data) pada mikrokontroler Esp-32.



Gambar 3 Rangkaian Sensor MPU-6050

TABEL III
KONFIGURAI SENSOR FMPU-6050 PADA ESP-32

Pin Esp-32	Pin MPU-6050
3V3	VCC
GND	GND
D21	SDA
D22	SCL

E. Hasil Nilai ADC Keluaran Sensor Flex

Pada tabel IV dan V merupakan keluaran nilai ADC (Analog digital converter). Nilai keluaran dari sensor flex yang dihubungkan ke pembagi tegangan yang kemudian masuk ke mikrokontroler menjadi nilai ADC (Analog digital converter) untuk sensor flex pada setiap kondisi huruf yang diinginkan. Sehingga dari nilai ADC (Analog digital converter) yang didapat ini bias menentukan jenis tegangan yang masuk pada mikrokontroler yang digunakan merupakan syarat dari kategori menerjemahkan symbol bahasa isyarat huruf dan kata.

TABEL IV
NILAI ADC SENSOR FLEX TANGAN KANAN

Huruf	Flex 1	Flex 2	Flex 3	Flex 4	Flex 5
A	839	764	1455	1293	1361
B	1470	734	1343	1243	1264
C	1839	1446	1501	1232	1121

TABEL V
NILAI ADC SENSOR FLEX TANGAN KIRI

Huruf	Flex 1	Flex 2	Flex 3	Flex 4	Flex 5
A	461	534	954	1045	778
B	694	511	491	602	675
C	457	528	542	603	494

F. Perancangan Mapping Pada Mikrokontroler

Pada tabel dibawah ini merupakan nilai mapping sensor flex yang dimasukan pada mikrokontroler. Proses mapping pada mikrokontroler untuk memberi batasan minimal sudut dan maksimal sudut, jika nilai sudut sensor flex pada tangan yang membentuk simbol bahasa isyarat melebihi nilai batasan

sudut yang sudah di tetapkan maka karakter tidak dapat terdeteksi atau terdeteksi karakter lainnya. Lower merupakan arti dari batas minimal sudut sedangkan upper merupakan arti dari batas maksimal sudut.

TABEL VI
NILAI MAPPING HURUF PADA TANGAN KANAN

HURUF	FLEX 1 (°)	FLEX 2 (°)	FLEX 3 (°)	FLEX 4 (°)	FLEX 5 (°)
A	Lower : 0	Lower : 0	Lower : 50	Lower : 50	Lower : 50
	Upper : 10	Upper : 10	Upper : 70	Upper : 65	Upper : 60
B	Lower : 35	Lower : 0	Lower : 0	Lower : 0	Lower : 30
	Upper : 40	Upper : 10	Upper : 10	Upper : 10	Upper : 45
C	Lower : 55	Lower : 40	Lower : 60	Lower : 45	Lower : 30
	Upper : 70	Upper : 50	Upper : 70	Upper : 60	Upper : 40

TABEL VII
NILAI MAPPING KATA PADA TANGAN KANAN

KATA	FLEX 1 (°)	FLEX 2 (°)	FLEX 3 (°)	FLEX 4 (°)	FLEX 5 (°)
Assalamu'alaikum	Lower : 50	Lower : 60	Lower : 55	Lower : 65	Lower : 55
	Upper : 65	Upper : 75	Upper : 70	Upper : 75	Upper : 70
Wa'allaikumsalam	Lower : 45	Lower : 0	Lower : 0	Lower : 0	Lower : 0
	Upper : 65	Upper : 10	Upper : 10	Upper : 10	Upper : 10

TABEL VIII
NILAI MAPPING HURUF PADA TANGAN KIRI

HURUF	FLEX 1	FLEX 2	FLEX 3	FLEX 4	FLEX 5
A	Lower : 0	Lower : 0	Lower : 45	Lower : 20	Lower : 50
	Upper : 10	Upper : 10	Upper : 60	Upper : 35	Upper : 65
B	Lower : 35	Lower : 0	Lower : 45	Lower : 50	Lower : 45
	Upper : 50	Upper : 10	Upper : 55	Upper : 60	Upper : 55
C	Lower : 0				
	Upper : 10				

TABEL IX
NILAI MAPPING KATA PADA TANGAN KIRI

KATA	FLEX 1	FLEX 2	FLEX 3	FLEX 4	FLEX 5
Assalamu'alaikum	Lower : 0				
	Upper : 10				
Wa'allaikumsalam	Lower : 0				
	Upper : 10				

Pada tabel mapping yang disajikan table VI, VII, VIII, dan IX merupakan nilai mapping sensor gyroscope dan sensor accelerometer yang diinputkan pada program mikrokontroler menggunakan software arduino. Pada mapping sensor ini tidak semua huruf diberi range nilai mapping. Hanya huruf yang memiliki simbol bahasa isyarat atau range nilai mapping sensor flex yang hampir sama, seperti huruf A dan W memiliki bentuk simbol dan nilai sensor flex yang sama.

Pada perangkat tangan kanan lebih sedikit menggunakan mapping sensor gyroscope dan sensor accelerometer daripada perangkat tangan kiri, karena Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) lebih banyak menggunakan gerakan tangan kanan, sehingga pada tangan kiri lebih banyak pada posisi datar. Sedangkan pada bahasa isyarat kata, semua kata menggunakan range nilai mapping sensor gyroscope dan sensor accelerometer, karena Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) untuk penggunaan kata lebih mengutamakan gerakan tangan daripada gerakan jari – jari tangan.

TABEL X
NILAI MAPPING HURUF PADA TANGAN KANAN

HURUF	(X) Roll (°)	(Y) Pitch (°)	(Z) Yaw (°)
A	Lower : - 20	Lower : - 50	Lower : - 10
	Upper : - 5	Upper : - 35	Upper : 10
B	Lower : - 10	Lower : - 10	Lower : - 90
	Upper : 10	Upper : 10	Upper : - 70
C	-	-	-

Huruf	Data Kanan	Data Kiri	Huruf/Kata	Data Kanan	Data Kiri
A	1	2	Q	33	34
B	3	4	R	35	36
C	5	6	S	37	38
D	7	8	T	39	40
E	9	10	U	41	42
F	11	12	V	43	44
G	13	14	W	45	46
H	15	16	X	47	48
I	17	18	Y	49	50
J	19	20	Z	51	52
K	21	22	Assalamu'alaikum	53	54
L	23	24	Wa'allaikumsalam	55	56
M	25	26	HALO	57	58
N	27	28	DOSEN	59	60
O	29	30	SELAMAT	61	62
P	31	32	TERIMA KASIH	63	64

TABEL XI
NILAI MAPPING KATA PADA TANGAN KANAN

KATA	(X) Roll (°)	(Y) Pitch (°)	(Z) Yaw (°)
Assalamu'alaikum	Lower : - 15	Lower : 0	Lower : - 70
	Upper : 0	Upper : 20	Upper : - 55
Wa'allaikumsalam	Lower : - 20	Lower : - 35	Lower : - 35
	Upper : 0	Upper : - 20	Upper : - 20

TABEL XII
NILAI MAPPING HURUF PADA TANGAN KIRI

HURUF	(X) Roll (°)	(Y) Pitch (°)	(Z) Yaw (°)
A	Lower : - 10	Lower : - 45	Lower : - 70
	Upper : 10	Upper : - 25	Upper : - 50
B	Lower : 0	Lower : - 10	Lower : - 60
	Upper : 15	Upper : 10	Upper : - 40
C	Lower : 0	Lower : - 5	Lower : - 10
	Upper : - 20	Upper : - 20	Upper : 10

TABEL XIII
NILAI MAPPING KATA PADA TANGAN KIRI

KATA	(X) Roll (°)	(Y) Pitch (°)	(Z) Yaw (°)
Assalamu'alaikum	Lower : 0	Lower : - 62	Lower : 25
	Upper : 15	Upper : - 48	Upper : 36
Wa'allaikumsalam	Lower : - 20	Lower : - 35	Lower : - 35
	Upper : - 5	Upper : - 20	Upper : - 20

G. Perancangan Software Aplikasi

Aplikasi android yang dibuat pada penelitian ini sebagai tampilan atau monitor dari hasil gerakan jari – jari tangan yang membentuk simbol dari Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). Pada tabel X sampai XIII merupakan range nilai mapping sarung tangan kanan dan kiri saat membentuk simbol bahasa isyarat. Jika nilai sudut keluaran sensor berada pada range nilai tersebut, maka mikrokontroler akan mengirimkan data kombinasi ke database.

TABEL XIV
DATA KOMBINASI SIMBOL

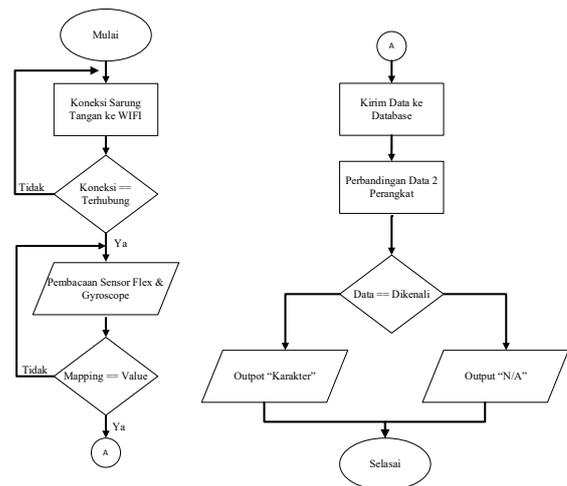
Pada tabel XIV merupakan data yang dikirim oleh mikrokontroler ke database. Kemudian aplikasi android memproses data yang diambil dari database firebase antara data keluaran dari sarung tangan kanan dan kiri, dengan pengombinasian ini akan menghasilkan simbol/karakter. Simbol/karakter yang muncul/tampil pada aplikasi akan berubah secara realtime, perubahan data mengikuti hasil keluaran dari gerakan jari – jari tangan yang membentuk simbol bahasa isyarat seperti ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan karakter

Penentuan Prosedur

Penentuan prosedur yang digunakan pada perencanaan penelitian yang berjudul “Rancang bangun sarung tangan pintar penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) berbasis IoT”, diperlihatkan pada gambar 5:



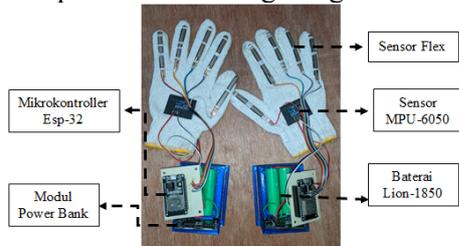
Gambar 5 Diagram alir penelitian

Perancangan sistem ini memiliki beberapa tahapan, tahapan awal yaitu mengkoneksikan alat sarung tangan dengan internet. Perangkat ini memiliki masukan data dari sensor flex yang digunakan untuk mengukur lekukan jari tangan dan sensor gyroscope digunakan untuk mendeteksi nilai sumbu x,y,z terhadap punggung tangan. Pada model

sistem ini menggunakan dua mikrokontroller yang masing - masing mikrokontroller terhubung dengan lima sensor flex dan satu sensor gyroscope, data yang telah dimapping oleh mikrokontroller akan dikirimkan ke database melalui sambungan wifi yang terhubung internet. data yang tersimpan di database akan diakses oleh aplikasi android yang kemudian akan dijumlah, sehingga menjadi nilai karakter sebagai keluaran android.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Implementasi Sarung Tangan Kanan Dan Kiri



Gambar 6 Implementasi Hardware

Pada gambar 6 menunjukkan hardware dari implementasi sarung tangan pintar. Sensor flex dan sensor MPU-6050 terpasang pada sarung tangan sebagai inputan. Mikrokontroller Esp-32 berfungsi sebagai pemroses data input dari sensor dan output mengirimkan data ke database firebase. Baterai lion 3.7 V yang dirangkai secara paralel, keluaran dari batrei dihubungkan pada modul power bank untuk supply keseluruhan sistem dan pada modul power bank terdapat indikator kapasitas baterai.

B. Pengujian Mapping Pada Sensor Flex dan Sensor MPU-6050

Pada pengujian ini akan dilakukan gerakan jari – jari tangan membentuk simbol Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) dan hasil akan ditampilkan pada aplikasi android. Hasil pengujian akan disajikan dibawah ini.



Gambar 7 Hasil Pengujian huruf A

Pada gambar 7 dapat dilihat hasil pengujian simbol isyarat huruf A beserta hasil tampilan pada aplikasi android, data yang dikirim dari mikrokontroller di tangan kanan bernilai 1 berdasarkan nilai sensor flex dan sensor gyro, sementara data yang dikirimkan dari mikrokontroller di tangan kiri bernilai 2 berdasarkan nilai sensor flex dan sensor gyro. Nilai yang dikirimkan oleh mikrokontroller ke firebase, kemudian nilai akan dibandingkan oleh aplikasi android untuk menampilkan karakter dari simbol.

C. Hasil Mapping Sarung Tangan Kanan dan Kiri

TABEL XV
MAPPING HURUF PADA SARUNG TANGAN KANAN

HURUF	FLEX 1 (°)	FLEX 2 (°)	FLEX 3 (°)	FLEX 4 (°)	FLEX 5 (°)	MPU-6050
A	2	0	60	57	54	(X)Roll = -11.710° (Y)Pitch = -42.861° (Z)Yaw = 3.872°
B	42	1	0	1	38	(X)Roll = -4.176° (Y)Pitch = -1.561° (Z)Yaw = -81.441°
C	61	44	64	52	34	-

Pada tabel XV merupakan nilai – nilai sudut hasil mapping yang dilakukan pada mikrokontroller, dari pengujian huruf yang dilakukan pada huruf A, L, W, Y, Z memiliki sudut yang sama terutama pada flex 1 (ibu jari) dan flex 2 (telunjuk) dan huruf B dan M memiliki sudut yang sama pada flex 2 (telunjuk), flex 3 (jari tengah), dan flex 4 (jari manis). Pada huruf A, L, W, Y, Z posisi flex 1 (ibu jari) dan flex 2 (telunjuk), kedua jari tersebut berposisi lurus yang range—nya 0° - 5° dan huruf B dan M posisi flex 2 (telunjuk), flex 3 (jari tengah), dan flex 4 (jari manis), ketiga jari tersebut berposisi lurus yang range—nya 0° - 5°. Untuk 7 huruf tersebut maka dilakukan mapping pada MPU-6050 agar tidak terjadi salah pembacaan data saat pemrosesan mapping.

TABEL XVI
MAPPING HURUF PADA SARUNG TANGAN KIRI

HURUF	FLEX 1 (°)	FLEX 2 (°)	FLEX 3 (°)	FLEX 4 (°)	FLEX 5 (°)	MPU-6050
A	0	4	53	26	57	(X)Roll = -0.994° (Y)Pitch = -37.129° (Z)Yaw = -60.212°
B	44	0	49	55	49	(X)Roll = 8.135° (Y)Pitch = 0.865° (Z)Yaw = -51.734°
C	0	0	2	2	2	(X)Roll = -12.714° (Y)Pitch = -15.774° (Z)Yaw = -2.035°

Pada tabel XVI merupakan nilai – nilai sudut hasil mapping yang dilakukan pada mikrokontroller. Pada sarung tangan kiri lebih banyak yang menggunakan mapping sensor MPU-6050, karena pada simbol bahasa isyarat yang digunakan oleh tunarungu sering menggunakan tangan kanan.

Pada pengujian huruf yang dilakukan pada huruf C, I, J, L, O, R, U, V, Z memiliki sudut yang sama yaitu pada semua sensor flex, pengujian huruf yang dilakukan pada huruf B, D, F, H, K, P, Q, T, X, Y memiliki sudut yang sama terutama pada flex 2 (telunjuk), dan pengujian huruf yang dilakukan pada huruf A dan W memiliki sudut yang sama terutama pada flex 1 (ibu jari) dan flex 2 (telunjuk) . Untuk huruf M dan N memiliki sudut yang sama, pada huruf ini sering terjadi kegagalan.

Pada huruf C, I, J, L, O, R, U, V, Z posisi semua sensor flex tersebut berposisi lurus yang memiliki range-nya 0° - 5°, huruf B, D, F, H, K, P, Q, T, X, Y posisi flex 2 (telunjuk) tersebut berposisi lurus yang memiliki range-nya 0° - 5°, huruf A dan W flex 1 (ibu jari) dan flex 2 (telunjuk) tersebut berposisi yang memiliki range-nya 0° - 5°, pada huruf M dan N memiliki range sudut yang sama pada setiap sensor flex.

TABEL XVII
MAPPING KATA SARUNG TANGAN KANAN

KATA	FLEX 1 (°)	FLEX 2 (°)	FLEX 3 (°)	FLEX 4 (°)	FLEX 5 (°)	MPU-6050
Assalamu'alaikum	56	66	64	70	64	(X)Roll = -6.270° (Y)Pitch = 11.056° (Z)Yaw = -65.988°
Wa'allaikumsalam	54	5	3	0	0	(X)Roll = -12.717° (Y)Pitch = -28.691° (Z)Yaw = -26.826°

TABEL XVIII
MAPPING KATA SARUNG TANGAN KIRI

KATA	FLEX 1 (°)	FLEX 2 (°)	FLEX 3 (°)	FLEX 4 (°)	FLEX 5 (°)	MPU-6050 (X)Roll = 8.717° (Y)Pitch = -54.475° (Z)Yaw = 31.409° (X)Roll = -12.717° (Y)Pitch = -28.694° (Z)Yaw = -26.826°
Assalamu'alaikum	5	3	7	6	3	
Wa'allaikumsalam	3	0	6	5	2	

Pada tabel 4.3 dan tabel 4.4 merupakan nilai – nilai sudut hasil mapping yang dilakukan pada mikrokontroller. Bahasa isyarat yang menyimbolkan kata, sering kali menggunakan gerakan tangan daripada gerakan jari – jari tangan. Pada kata Assalamu'alaikum, Wa'allaikumsalam, HALO, TERIMA KASIH lebih mengutamakan gerakan pada tangan kanan daripada tangan kiri.

D. Persentasi Keberhasilan Sistem

Pada Tabel 4.5 Pada percobaan huruf A sampai Z dilakukan masing – masing sebanyak 30 kali percobaan sehingga keseluruhan percobaan sebanyak 780 kali percobaan. Pada percobaan huruf N dan M memiliki kegagalan yang tinggi dikarena gerak simbol kedua huruf tersebut hampir sama. Dari percobaan yang dilakukan sebanyak 30 kali disetiap huruf, sehingga keseluruhan percobaan sebanyak 780 kali , keberhasilan dari seruluh percobaan sebanyak 739 kali, sehingga rata – rata kegagalan percobaan dalam satuan presentase sebesar 95%.

TABEL XIX
TABEL PERCOBAAN HURUF

HURUF	JUMLAH PERCOBAAN	GAGAL	PERSENTASE
A	30	1	3%
B	30	2	7%
C	30	0	0%
D	30	1	3%
E	30	2	7%
F	30	1	3%
G	30	1	3%
H	30	0	0%
I	30	3	10%
J	30	2	7%
K	30	0	0%
L	30	1	3%
M	30	4	13%
N	30	5	17%
O	30	0	0%
P	30	1	3%
Q	30	1	3%
R	30	1	3%
S	30	2	7%
T	30	3	10%
U	30	0	0%
V	30	1	3%
W	30	2	7%
X	30	3	10%
Y	30	2	7%
Z	30	2	7%
RATA - RATA PERSENTASE	780	41	5%

TABEL XX
TABEL PERCOBAAN KATA

KATA	JUMLAH PERCOBAAN	GAGAL	PERSENTASE
Assalamu'alaikum	30	7	23%
Wa'allaikumsalam	30	8	27%
HALO	30	7	23%
DOSEN	30	8	27%
SELAMAT	30	7	23%
TERIMA KASIH	30	7	23%
RATA - RATA PERSENTASE	180	44	24%

Pada Tabel 4.2 Pada percobaan simbol bahasa isyarat kata dilakukan masing – masing 30 kali percobaan sehingga keseluruhan percobaan sebanyak 180 kali percobaan, pada 180 percobaan yang berhasil sebanyak 136 kali percobaan sehingga rata – rata keberhasilan percobaan dalam satuan presentase sebesar 76 %.

E. Pengujian Pengiriman Data Secara Nirkabel

Pengujian komunikasi nirkabel dilakukan setelah pengiriman data dari mikrokontroller Esp-32 ke database lalu dari database ke aplikasi android, menggunakan software wireshark untuk mengetahui packet loss dan delay. Pada table pengujian akan dilakukan perhitungan nilai rata-rata dari delay.

Pada tabel XXI merupakan data yang akan hitung rata – rata delay, delay merupakan waktu pengiriman data dari mikrokontroller Esp-32 ke database. Percobaan untuk mengetahui nilai delay ini dilakukan sejumlah 8 kali, dengan hasil yang diperoleh nilai rata - rata yang sebesar 0.109375s. nilai delay dipengaruhi oleh kecepatan internet yang digunakan untuk percobaan ini, selain itu semakin kecil delay maka akan semakin bagus kualitas suatu pengiriman data karena tidak akan terjadi keterlambatan informasi.

TABEL XXI
SEMPEL PENGUJIAN DELAY

Percobaan ke-	Delay(s)
1	0.000000
2	1.002209
3	1.004019
4	1.003897
5	1.002927
6	1.020045
7	0.986521
8	1.003723
Rata – Rata	0.109375

$$\begin{aligned}
 Packet\ loss &= \frac{(Packet\ transmitted - Packet\ received)}{Packet\ transmitted} \times 100\% \quad (1) \\
 &= \frac{(5177 - 5034)}{5177} \times 100\% \\
 &= 2,8\%
 \end{aligned}$$

Pada pengujian pengiriman paket dari mikrokontroller Esp-32 ke database dilakukan percobaan pengiriman sebanyak 30 kali dengan menggunakan aplikasi wireshark dapat diketahui nilai packet loss. Packet loss pada proses pengiriman ini sebesar 2.7622175 dari nilai paket yang dikirim sebesar 5177 dan data yang diterima sebesar 5034.

TABEL XXII
SEMPEL PENGUJIAN DELAY

Percobaan ke-	Delay(s)
1	0.000000
2	1.015722
3	0.994875
4	1.000989
5	1.034205
6	0.972148
7	1.105894
8	1.000888
Rata – Rata	0.109107

Pada tabel XXXIII merupakan data yang akan hitung rata – rata delay, delay merupakan waktu pengiriman data dari database firebase ke aplikasi android. Percobaan untuk mengetahui nilai delay ini dilakukan sejumlah 8 kali, dengan hasil yang diperoleh nilai rata - rata yang 0,007391s. nilai delay dipengaruhi oleh kecepatan internet yang digunakan untuk percobaan ini, selain itu semakin kecil delay maka akan semakin bagus kualitas suatu pengiriman data karena tidak akan terjadi keterlambatan informasi.

$$\begin{aligned} \text{Packet loss} &= \frac{(\text{Packet transmitted} - \text{Packet received})}{\text{Packet transmitted}} \times 100\% \quad (3) \\ &= \frac{(981 - 920)}{981} \times 100\% \\ &= 6.2\% \end{aligned}$$

Pada pengujian pengiriman paket dari database firebase ke aplikasi android dilakukan percobaan pengiriman sebanyak 30 kali dengan menggunakan aplikasi wireshark dapat diketahui nilai packet loss. Packet loss pada proses pengiriman ini sebesar 6.2% dari nilai paket yang dikirim sebesar 981 dan data yang hilang sebanyak 61, jadi data yang diterima sebanyak 920.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, analisa sistem, dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sensor flex dan sensor *gyroscope* dan sensor *accelerometer* (MPU-6050) dapat mendeteksi gerakan tangan dengan menggunakan mikrokontroller yang digunakan untuk memproses nilai masukan dari kedua sensor dan mengirimkan data ke database.
2. Pada penelitian diatas dapat disimpulkan penggunaan dua perangkat sarung tangan dapat dikombinasikan 26 huruf dan 5 kata yang berbeda. Hasil *mapping* pada sarung tangan kanan pada huruf A, B, L, M, W, Y, Z, memiliki nilai sudut sensor flex yang hamper sama, agar karakter bisa tampil dilakukan *mapping* pada sensor MPU-6050. Pada sarung tangan kiri lebih banyak yang menggunakan *mapping* sensor MPU-6050, karena pada simbol bahasa isyarat yang digunakan oleh tunarungu sering menggunakan tangan kanan. Persentase keberhasilan percobaan pada huruf yaitu sebesar 95% dan persentase keberhasilan percobaan pada kata yaitu sebesar 73%.

3. Dari pengujian yang dilakukan sebanyak 780 kali pada simbol bahasa isyarat huruf dan 180 kali pada simbol bahasa isyarat kata , data yang dapat dikirimkan ke database firebase sebanyak 739 data pada simbol bahasa isyarat huruf dan 136 data pada simbol bahasa isyarat kata Persentase keberhasilan percobaan pada huruf yaitu sebesar 95% dan persentase keberhasilan percobaan pada kata yaitu sebesar 73%.
4. Data yang dikombinasikan sesuai data yang masuk ke firebase, jika data perangkat sarung tangan kanan dan kiri sesuai dengan kombinasi yang sudah ditentukan maka akan menampilkan karakter, contohnya perangkat sarung tangan mengirim data bernilai 1 dan perangkat sarung tangan kiri mengirim data bernilai 2 maka akan tampil karakter A.

VI. REFERENCE

- [1] Y.U.Solikhatus, “Penyesuaian Sosial Pada Penyandang Tunarungu Di Slb Negeri Semarang,” *Educ. Psychol. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 65–72, 2013.
- [2] M. Pradikja Hendra, H. Tolle, and K. Candra Brata, “Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Isyarat Berbasis Android Tablet,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 8, pp. 2548–964, 2018.
- [3] A. B. Prasetyo, M. Y. Dias, and D. Eridani, “Rancang Bangun Alat Penerjemah ASL (American Sign Language) dengan Sensor Flex Berbasis Mikrokontroler ATmega2560,” *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 14, no. 1, pp. 75–82, 2018.
- [4] D. Kusuma Wardana, I. K. Eddy Purnama, and A. Zaini, “Pengembangan perangkat Finger Motion Berbasis Flex Sensor,” *Proceeding Semin. Penelit. Jur. Tek. Elektro Ft-Its*, pp. 1–6, 2013.
- [5] A. W. Setiawan, L. N. Rizalputri, and A. H. Thias, “Pengembangan Alat Bantu Komunikasi Penderita Pascastroke Development of Communication Assistive Device Using Flex Sensor and Accelerometer for Post-Stroke Patient,” vol. 6, no. 2, pp. 129–134, 2019.
- [6] R. D. Ramadhan, “Rancang bangun robot fighter menggunakan flex sensor dengan komunikasi bluetooth,” *Ranc. Bangun Robot Fight. Menggunakan Flex Sens. Dengan Komun. Bluetooth*, pp. 1–12.
- [7] B. Ave, D. Number, and R. Date, “MPU-6000 and MPU-6050 Register Map and Descriptions,” vol. 1, no. 408, pp. 1–46, 2013.
- [8] D. M. Putra, M. Junus, P. Studi, J. Telekomunikasi, T. Elektro, and P. N. Malang, “Rancang bangun pendeteksi penghalang dan gps tracker untuk penyandang tunanetra menggunakan sarung tangan berbasis microcontroller 1,2,3.”
- [9] R. H. Yoga Perdana, N. Hidayati, A. W. Yulianto, V. Al Hadid Firdaus, N. N. Sari and D. Suprianto, "Jig Detection Using Scanning Method Base On Internet Of Things For Smart Learning Factory," 2020 IEEE International IOT, Electronics and Mechatronics Conference (IEMTRONICS), 2020, pp. 1-5.
- [10] E. P. Cundomanik, L. P. Dewi, and J. Andjarwirawan, “Aplikasi Survei Berbasis Android,” no. 031, 2007.