

PEMBANGUNAN ALAT PENERJEMAH HURUF DAN ANGKA BAHASA INDONESIA BAGI TUNARUNGU DAN TUNAWICARA MENGGUNAKAN ARDUINO

Gunali Rezqi Mauludi¹, Angga Setiyadi²

^{1,2} Teknik Informatika – Universitas Komputer Indonesia

Jl. Dipatiukur 112-114 Bandung

E-mail : hello.gunalirezqi@gmail.com¹, angga.setiyadi@email.unikom.ac.id²

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk membantu masyarakat dalam memberikan pembelajaran isyarat huruf dan angka bagi penyandang tunarungu dan tunawicara dengan cara mengimplementasikan teknologi deteksi tekukan jari tangan dan kemiringan tangan. Pada penelitian ini penerjemahan isyarat huruf dan angka dilakukan dengan menggunakan Arduino yang dihubungkan dengan Sensor Fleks dan Sensor Akselerometer. Sensor Fleks digunakan untuk membaca nilai dari tekukan jari tangan sedangkan Sensor Akselerometer digunakan untuk membaca nilai dari kemiringan tangan. Hasil pengambilan nilai tekukan jari tangan dan kemiringan tangan ini akan dilakukan klasifikasi menggunakan Algoritma *K-Nearest Neighbors* dimana Algoritma ini akan mencari nilai jarak terdekat antara *data test* dan *data training*. Dari hasil klasifikasi gerakan isyarat tersebut maka akan dilakukan pemutaran data suara isyarat yang sesuai. Berdasarkan hasil pengujian, alat sudah dapat menerjemahkan isyarat huruf dan angka ke *output* suara, tetapi tingkat keberhasilannya hanya 55,135%. *Error* yang didapatkan karena terdapat nilai *attribute* gerakan isyarat yang mirip bahkan senilai antara gerakan isyarat satu dengan lainnya pada *data training*, sehingga Algoritma *K-Nearest Neighbors* memberikan nilai hasil klasifikasi yang tidak sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Kata kunci : Tunarungu, Tunawicara, Isyarat Huruf, Isyarat Angka, Arduino.

1. PENDAHULUAN

Bahasa merupakan alat komunikasi yang sangat penting bagi manusia serta kehidupan, karena pada Bahasa terdapat proses pertukaran informasi yang dapat menambahkan pemahaman manusia. Terdapat berbagai bahasa yang di gunakan untuk berkomunikasi diantaranya bahasa lisan yang pada umumnya digunakan banyak orang, namun ada pula beberapa yang menggunakan bahasa isyarat berupa gerakan tubuh. Bahasa ini biasanya di gunakan oleh penyandang tunarungu dan tunawicara.

Ada empat hak dasar tunarungu, yaitu hak berbahasa isyarat, hak mendapatkan pendidikan

dwi bahasa (Bahasa Indonesia dan Isyarat), hak aksesibilitas serta hak pelayanan penerjemah. Penyandang tunarungu dan tunawicara berkomunikasi menggunakan bahasa isyarat. Bahasa isyarat adalah komunikasi non verbal karena merupakan bahasa yang tidak menggunakan suara tetapi menggunakan bentuk dan arah tangan, pergerakan tangan, bibir, badan serta ekspresi wajah untuk menyampaikan maksud dan pikiran dari seorang penutur. Belum ada bahasa isyarat internasional karena bahasa isyarat di tiap negara belum tentu sama. Penyandang tunarungu dan tunawicara di Indonesia berkomunikasi menggunakan bahasa isyarat yang mengacu pada dua sistem yaitu SIBI (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia) dan BISINDO (Bahasa Isyarat Indonesia). SIBI dikembangkan oleh orang normal, bukan penyandang tunarungu. SIBI sama dengan bahasa isyarat yang digunakan di Amerika yaitu ASL (*American Sign Language*) sedangkan BISINDO dikembangkan oleh orang tuna rungu sendiri melalui GERKATIN (Gerakan Kesejahteraan Tuna Rungu Indonesia) [1].

Berdasarkan hasil dari *literature* yang ada bahwa lebih dari 5% dari populasi dunia yaitu sekitar 360 juta orang yang menyandang tunawicara dan tunarungu (328 juta orang dewasa dan 32 juta anak-anak) [2]. Serta kebanyakan dari mereka yang awalnya mengalami kesulitan dalam hal peradaptasian dalam bahasa isyarat itu sendiri. Maka dapat disimpulkan bahwa penyandang tunarungu dan tunawicara mengalami kesulitan dalam mempelajari huruf dan angka yang dimana mempelajari huruf dan angka ini adalah salah satu awal bagi para penyandang tunarungu dan tuna wicara ini melakukan komunikasi.

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan studi pustaka, yaitu metode pengumpulan data dengan cara mengumpulkan data melalui literatur, jurnal dan paper dan bacaan-bacaan yang ada kaitannya dengan pembangunan alat penerjemah bahasa isyarat huruf dan angka [3]. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu membantu masyarakat dalam memberikan pembelajaran huruf dan angka terhadap penyandang tunarungu dan tunawicara.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Tunarungu

Tunarungu adalah kekurangan atau kehilangan kemampuan mendengar baik sebagian atau seluruhnya yang dialami oleh individu, penyebabnya yaitu karena tidak fungsinya sebagian atau seluruh alat pendengaran, sehingga individu tersebut tidak dapat menggunakan alat pendengarannya dalam kehidupan sehari-hari. Terhambatnya perkembangan bahasa anak merupakan salah satu akibat yang ditimbulkan dari gangguan pada individu yang tunarungu [4].

2.2 Tunawicara

Tunawicara merupakan gangguan atau keterbatasan verbal pada seseorang sehingga mengalami kesulitan dalam berkomunikasi melalui suara. Tunawicara sering dikaitkan dengan tunarungu. Sebagian tunawicara adalah mereka yang menderita tunarungu sejak bayi atau lahir, hal tersebut disebabkan seseorang yang memiliki keterbatasan pendengaran tidak dapat menangkap pembicaraan orang lain, sehingga tidak mampu mengembangkan kemampuan bicaranya meskipun tidak mengalami gangguan pada alat suaranya [5].

2.3 Bahasa Isyarat

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), bahasa isyarat merupakan bahasa yang tidak menggunakan bunyi ucapan manusia atau tulisan pada sistem perlambangannya [2]. Di Indonesia bahasa isyarat sendiri dibedakan menjadi dua kategori, yaitu SIBI dan BISINDO [6].

2.3.1 BISINDO (Bahasa Isyarat Indonesia)

BISINDO merupakan bahasa yang digalakkan Gerakan Kesejahteraan Tunarungu Indonesia (GERKATIN) dan dikembangkan oleh masyarakat tunarungu sendiri, sehingga Bisindo menjadi sistem komunikasi yang praktis dan efektif untuk penyandang tunarungu di Indonesia karena BISINDO lahir dari penyandang tunarungu itu sendiri [2].

2.4 Arduino Nano

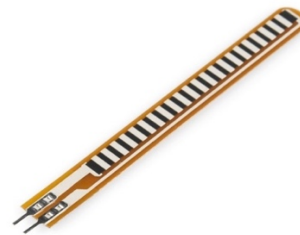
Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan breadboard. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau ATmega 168 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech [8]. Bentuk dari Arduino Nano dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Arduino Nano

2.5 Flex Sensor

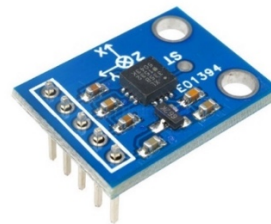
Flex Sensor adalah sensor yang mengeluarkan perubahan resistansi akibat adanya perubahan tekukan pada sensor. Tekukan pada *Flex Sensor* terbagi menjadi 5 tekukan utama yaitu keadaan 0°, 45°, 180°, 135° dan 180°. Prinsip kerja *Flex Sensor* ini sama dengan variabel resistor. *Flex Sensor* akan memberikan perubahan resistansi kepada arduino melalui rangkaian pembagi tegangan tergantung pada jumlah tekukan yang diterima oleh sensor. Bentuk dari *Flex Sensor* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flex Sensor

2.6 Accelerometer Sensor ADXL335

ADXL335 merupakan modul 3 axis accelerometer (x, y, z) dengan ukuran yang kecil, penggunaan daya rendah, dan memberikan tegangan output sinyal yang terbagi. Dapat mengukur +3g medan magnet, sehingga dapat mengukur bidang miring dengan penerapan percepatan gravitasi. Bentuk dari ADXL335 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Accelerometer Sensor ADXL335

2.7 Algoritma K-Nearest Neighbors

Algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut [9]. Dekat atau jauhnya tetangga biasanya dihitung berdasarkan *Euclidean* dengan rumus seperti pada persamaan (1)

$$distance = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{training}^i - x_{testing})^2} \quad (1)$$

$x_{training}^i$: data training ke- i
 $x_{testing}$: data testing
 i : record (baris) ke- i dari tabel
 n : jumlah data training

2.8 Sarung Tangan

Sarung tangan termasuk kedalam jenis Alat Pelindung Diri (APD). Alat Pelindung Diri (APD) adalah alat yang berfungsi untuk melindungi seseorang dalam pekerjaan dimana fungsinya mengisolasi tubuh tenaga kerja dari bahaya di lingkungan kerja. Alat pelindung diri yaitu seperangkat alat yang harus digunakan oleh tenaga kerja untuk melindungi tubuh terhadap kemungkinan adanya potensi bahaya atau kecelakaan kerja [10]. Pada Gambar 4 dapat dilihat contoh bentuk sarung tangan.

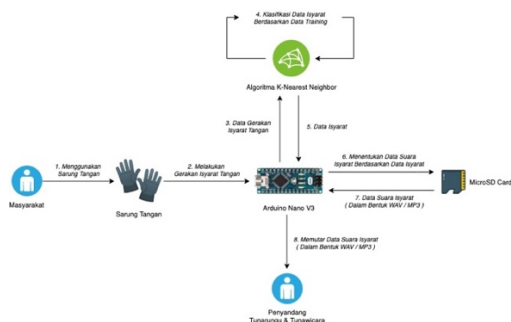


Gambar 4. Sarung Tangan

3. ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1 Arsitektur Sistem

Analisis arsitektur sistem bertujuan untuk mengidentifikasi arsitektur yang akan dibangun dan menjelaskan gambaran sistem secara keseluruhan agar bisa terlihat secara jelas bagaimana sistem berjalan. Berikut merupakan arsitektur yang akan dibangun dalam penelitian ini yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Arsitektur Sistem

Berikut adalah penjelasan terkait Gambar 4 mengenai arsitektur sistem:

1. Masyarakat menggunakan sarung tangan.
2. Masyarakat melakukan gerakan isyarat tangan terhadap perangkat Arduino Nano V3.
3. Arduino Nano V3 mengirim data gerakan isyarat tangan yang dilakukan oleh Masyarakat terhadap Algoritma *K-Nearest Neighbors*.

4. Algoritma *K-Nearest Neighbors* melakukan klasifikasi terhadap data gerakan isyarat berdasarkan data training.
5. Dari hasil proses klasifikasi Algoritma *K-Nearest Neighbors*, didapatkan hasil berupa data isyarat.
6. Arduino Nano V3 menentukan data suara isyarat pada MicroSD Card berdasarkan data isyarat yang sudah didapatkan dari proses klasifikasi Algoritma *K-Nearest Neighbors*.
7. Setelah data suara isyarat ditentukan, maka Arduino akan memanggil data suara tersebut dari MicroSD Card.
8. Arduino memutar data suara isyarat (dalam bentuk wav ataupun mp3) untuk diperdengarkan kepada penyandang tunarungu dan tunawicara.

3.2 Analisis Tekukan Jari Tangan

Analisis tekukan jari tangan yaitu analisis untuk mengetahui nilai dari setiap tekukan jari tangan yang dilakukan oleh pengguna yaitu masyarakat. Nilai dari tekukan jari tangan ini ditentukan berdasarkan nilai dari derajat kelengkungan sensor fleks, dimana sensor fleks terbagi menjadi 5 lengkungan yaitu keadaan lengkungan 0°, 45°, 180°, 135° dan 180°. Gerakan dari tekukan jari tangan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Derajat Tekukan Jari Tangan

| No | Gambar | Keterangan |
|----|--------|--------------------------|
| 1 | | Tekukan Jari Tangan 0° |
| 2 | | Tekukan Jari Tangan 45° |
| 3 | | Tekukan Jari Tangan 90° |
| 4 | | Tekukan Jari Tangan 135° |
| 5 | | Tekukan Jari Tangan 180° |

Berdasarkan dari nilai sudut tiap tekukan jari tangan tersebut, maka diperoleh data tekukan jari tangan dari masing-masing gerakan isyarat huruf dan angka, data tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Tekukan Jari Berdasarkan Isyarat Huruf Dan Angka

| Gambar | Nilai Tekukan Jari Pada Tangan Kiri | | | | | Isyarat |
|--------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| | 0 | 0 | 180 | 180 | 180 | A |
| | 180 | 0 | 180 | 180 | 180 | B |
| | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | C |

| Gambar | Nilai Tekukan Jari Pada Tangan Kiri | | | | | Isyarat |
|--------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| | 180 | 0 | 180 | 180 | 180 | D |
| | 180 | 0 | 180 | 180 | 180 | E |
| | 180 | 0 | 180 | 180 | 180 | F |
| | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | G |
| | 180 | 0 | 180 | 180 | 180 | H |
| | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | I |
| | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | J |
| | 180 | 0 | 180 | 180 | 180 | K |

3.3 Analisis Kemiringan Tangan

Analisis kemiringan tangan yaitu analisis untuk mengetahui nilai dari setiap kemiringan tangan yang dilakukan oleh pengguna saat melakukan gerakan isyarat. Nilai kemiringan tangan tersebut diperoleh dari sensor akselerometer dimana nilai sensor tersebut memiliki 3 buah nilai, diantaranya nilai kemiringan sumbu x, sumbu y dan sumbu z. Untuk mengetahui nilai tersebut perlu dilakukannya pembacaan nilai terlebih dahulu menggunakan Arduino. Berikut data kemiringan tangan yang didapatkan dari hasil pembacaan nilai pada sensor akselerometer berdasarkan gerakan isyarat huruf dan angka, yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kemiringan Tangan Berdasarkan Isyarat Huruf Dan Angka

| Gambar | Nilai Kemiringan Tangan | | | Isyarat |
|--------|-------------------------|---------|---------|---------|
| | Sumbu X | Sumbu Y | Sumbu Z | |
| | 0,61 | 0,10 | -0,45 | A |
| | 0,09 | 1,51 | 0,63 | B |
| | 0,61 | 0,10 | -0,45 | C |
| | 0,61 | 0,10 | -0,45 | D |
| | 0,61 | 0,10 | -0,45 | E |
| | 0,09 | 1,51 | 0,63 | F |
| | 0,09 | 1,51 | 0,63 | G |
| | 0,09 | 1,51 | 0,63 | H |
| | 0,61 | 0,10 | -0,45 | I |
| | 0,09 | 1,51 | 0,63 | J |
| | 0,68 | 0,37 | -0,45 | K |

3.4 Analisis Data Training

Analisis *data training* yaitu analisis untuk mengetahui data yang akan digunakan oleh algoritma klasifikasi dalam memprediksi suatu *class* dari setiap *instance*. setiap *instance* akan memiliki *attribute* dan *class*. *attribute* adalah keterangan yang dikandung dalam data itu sendiri, setiap data bisa memiliki lebih dari satu *attribute*. biasanya *attribute* menggunakan variabel diskrit. *attribute* yang akan digunakan dalam *data training* ini yaitu *attribute* dari hasil analisis tekukan jari tangan dan analisis kemiringan tangan. *Data training* ini menggunakan delapan *attribute* yang didapatkan pada analisis tekukan jari tangan dan analisis posisi kemiringan tangan, berikut adalah *attribute* yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. *Attribute Data Instance*

| <i>Attribute</i> | Keterangan |
|------------------|---|
| X1 | Nilai tekukan ibu jari tangan kiri |
| X2 | Nilai tekukan jari telunjuk tangan kiri |
| X3 | Nilai tekukan jari tengah tangan kiri |
| X4 | Nilai tekukan jari manis tangan kiri |
| X5 | Nilai tekukan jari kelingking tangan kiri |
| X6 | Nilai tekukan ibu jari tangan kanan |
| X7 | Nilai tekukan jari telunjuk tangan kanan |
| X8 | Nilai tekukan jari tengah tangan kanan |
| X9 | Nilai tekukan jari manis tangan kanan |
| X10 | Nilai tekukan jari kelingking kanan |
| X11 | Nilai posisi tangan pada sumbu x |
| X12 | Nilai posisi tangan pada sumbu y |
| X13 | Nilai Posisi tangan pada sumbu z |

Setiap melakukan gerakan isyarat secara berulang akan menghasilkan kemungkinan nilai yang berbeda-beda akan ada saatnya nilai dari gerakan isyarat tersebut berbeda dengan nilai yang telah didapatkan pada analisis sebelumnya yaitu analisis tekukan jari tangan, oleh karena itu perlunya pemberian nilai toleransi terhadap nilai *data training* tepatnya pada nilai tekukan jari tangan, pemberian nilai toleransi ini dilakukan dengan cara melakukan duplikasi *data training* dari masing-masing gerakan isyarat sebanyak 3 kali, lalu data tersebut diberi nilai tambah maupun kurang sebanyak 5 derajat. Berikut ini adalah *data training* dari masing-masing gerakan isyarat yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Data Training* Gerakan Isyarat Huruf Dan Angka

| <i>Instances</i> | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|--------------------------|----------------|
| Nilai Tekukan Jari Pada Tangan Kiri | | | | | Posisi Kemiringan Tangan | <i>Classes</i> |
| X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | | |
| 0 | 0 | 180 | 180 | 180 | 0,61 | A |
| 180 | 0 | 180 | 180 | 180 | 0,09 | B |
| 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 0,61 | C |
| 180 | 0 | 180 | 180 | 180 | 0,61 | D |
| 180 | 0 | 180 | 180 | 180 | 0,61 | E |

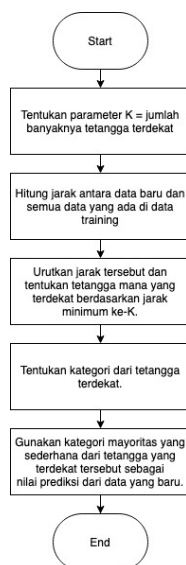
| Instances | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|--------------------------|---------|
| Nilai Tekukan Jari Pada Tangan Kiri | | | | | Posisi Kemiringan Tangan | Classes |
| X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | | |
| 180 | 0 | 180 | 180 | 180 | 0,09 | F |
| 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 0,09 | G |
| 180 | 0 | 180 | 180 | 180 | 0,09 | H |
| 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 0,61 | I |
| 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 0,09 | J |
| 180 | 0 | 180 | 180 | 180 | 0,68 | K |

3.5 Analisis Penyimpanan Data Training

Analisis penyimpanan *data training* adalah analisis untuk mengetahui bagaimana *data training* yang sudah didapatkan pada analisis sebelumnya yaitu analisis *data training* tersebut disimpan. Dalam penelitian ini data training disimpan di dalam *array*, dimana terdapat dua buah *array*, yaitu *array instances* dan *array classes*. *Array instances* digunakan untuk menyimpan data *attribute* gerakan tangan yang terdiri dari nilai tekukan jari tangan dan nilai posisi kemiringan tangan, sedangkan *array classes* digunakan untuk menyimpan data hasil klasifikasi dari *array instance*. Data *array* tersebut nantinya akan disimpan dalam sebuah *file* dan di *compile* bersamaan dengan *syntax program*.

3.6 Analisis Klasifikasi Gerakan Isyarat

Analisis Klasifikasi Gerakan Isyarat adalah analisis untuk mengklasifikasikan data baru (*data test*) yaitu data dari gerakan isyarat tangan yang dilakukan oleh penyandang tunarungu dan tunawicara dengan *data training* yang sudah ditentukan pada analisis *data training*. Dalam pengklasifikasian gerakan isyarat ini menggunakan Algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN). Langkah-langkah pengklasifikasian gerakan isyarat menggunakan Algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN) dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Flowchart Algoritma *K-Nearest Neighbors*

Adapun penjelasan dari langkah-langkah Algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN) sebagai berikut :

1. Tentukan parameter K = jumlah banyaknya tetangga terdekat.
2. Hitung jarak antara data baru dan semua data yang ada di data training.
3. Urutkan jarak tersebut dan tentukan tetangga mana yang terdekat berdasarkan jarak minimum ke-K.
4. Tentukan kategori dari tetangga terdekat.
5. Gunakan kategori mayoritas yang sederhana dari tetangga yang terdekat tersebut sebagai nilai prediksi dari data yang baru

3.7 Analisis Penentuan Data Suara Isyarat

Analisis penentuan data suara isyarat adalah analisis untuk mengetahui bagaimana menentukan data suara isyarat berdasarkan gerakan isyarat tangan yang dilakukan oleh pengguna yaitu masyarakat. Setiap gerakan isyarat tangan memiliki data suara isyarat tersendiri, data isyarat tersebut berupa *file* WAV ataupun MP3 yang disimpan dalam sebuah *MicroSD Card*.

Dalam penelitian ini data suara isyarat ditentukan berdasarkan hasil klasifikasi yang didapatkan pada analisis sebelumnya yaitu analisis klasifikasi gerakan isyarat, dari analisis klasifikasi gerakan isyarat tersebut didapatkan data isyarat berupa *string*, jika hasil klasifikasi gerakan isyarat berhasil dan di temukan data yang sesuai maka *file* suara isyarat tersebut akan diputar. Berikut adalah data suara berdasarkan hasil klasifikasi gerakan isyarat huruf dan angka yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Suara Isyarat Huruf Dan Angka

| No | Hasil Klasifikasi | Nama File | Keterangan |
|----|-------------------|-----------------|---|
| 1 | "A" | 001-HURUF A.wav | Output yang dihasilkan adalah suara huruf "A" |
| 2 | "B" | 002-HURUF B.wav | Output yang dihasilkan adalah suara huruf "B" |
| 3 | "C" | 003-HURUF C.wav | Output yang dihasilkan adalah suara huruf "C" |
| 4 | "D" | 004-HURUF D.wav | Output yang dihasilkan adalah suara huruf "D" |
| 5 | "E" | 005-HURUF E.wav | Output yang dihasilkan adalah suara huruf "E" |
| 6 | "F" | 006-HURUF F.wav | Output yang dihasilkan adalah suara huruf "F" |
| 7 | "G" | 007-HURUF G.wav | Output yang dihasilkan adalah suara huruf "G" |
| 8 | "H" | 008-HURUF H.wav | Output yang dihasilkan adalah suara huruf "H" |
| 9 | "I" | 009-HURUF I.wav | Output yang dihasilkan adalah suara huruf "I" |
| 10 | "J" | 010-HURUF J.wav | Output yang dihasilkan adalah suara huruf "J" |
| 11 | "K" | 011-HURUF K.wav | Output yang dihasilkan adalah suara huruf "K" |

3.8 Analisis Kebutuhan Non Fungsional

Analisis kebutuhan non-fungsional dilakukan untuk menghasilkan rincian tentang hal-hal yang dilakukan sistem ketika diimplementasikan. Adapun beberapa bagian yang termasuk kedalam analisis

kebutuhan Non Fungsional yaitu analisis kebutuhan perangkat keras, analisis kebutuhan perangkat lunak dan analisis pengguna.

3.8.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Pada bagian analisis kebutuhan perangkat keras akan diuraikan kebutuhan-kebutuhan non fungsional yang berhubungan dengan perangkat keras. Berikut ini adalah perangkat keras beserta spesifikasi yang diusulkan berdasarkan kebutuhan untuk menjalankan alat penerjemah huruf dan angka, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

| No | Jenis Perangkat Keras | Spesifikasi |
|----|--------------------------------|---|
| 1 | Mikrokontroler | Arduino Nano V3 |
| 2 | <i>Flex Sensor</i> | Sparkfun Flex Sensor 2.2" |
| 3 | <i>Accelerometer Sensor</i> | ADXL335 <i>Accelerometer (3-Axis)</i> |
| 4 | <i>Bluetooth Module</i> | HC-05 <i>Bluetooth</i> |
| 5 | <i>Battery Charging Module</i> | TP5100U (<i>Support 2 Cell Battery</i>) |
| 7 | <i>MP3 Player Module</i> | YX5300 UART Control Serial MP3 |
| 6 | <i>Battery</i> | Lithium 18650 (<i>2 Cell</i>) |
| 8 | MicroSD Card | SanDisk MicroSD Card Kapasitas 1 GB |
| 9 | Speaker | Speaker 0.5W 8 Ω |

3.8.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Pada bagian analisis kebutuhan perangkat lunak ini akan diuraikan kebutuhan-kebutuhan non fungsional yang berhubungan dengan spesifikasi perangkat lunak. Berikut ini adalah spesifikasi perangkat lunak yang dibutuhkan untuk menjalankan alat penerjemah huruf dan angka, dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

| No | Jenis Perangkat Lunak | Spesifikasi |
|----|-----------------------|-----------------------|
| 1 | Arduino Bootloader | ATmega328P Bootloader |

3.8.3 Analisis Kebutuhan Pengguna

Analisis pengguna dimaksudkan untuk mengetahui berbagai *user* yang akan terlibat dalam penggunaan alat yang akan dibangun, sehingga diharapkan *user* yang menggunakan alat dapat memenuhi beberapa. Adapun pengguna yang akan terlibat dalam penggunaan alat dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Analisis Pengguna

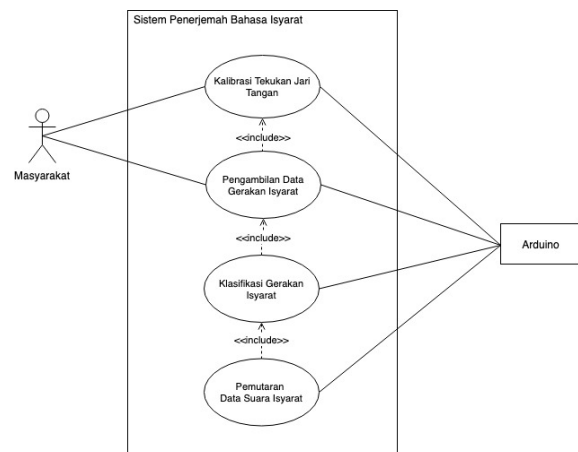
| No | Pengguna | Tingkat Keterampilan |
|----|------------|---|
| 1 | Masyarakat | Memahami isyarat huruf dan angka BISINDO. |

3.9 Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional merupakan gambaran atau pengaturan dari beberapa elemen terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Alat bantu untuk menggambarkan sistem ini dengan menggunakan *Unified Modelling Language* (UML).

3.9.1 Use Case Diagram

Use case diagram digunakan untuk mendeskripsikan fungsi dari sebuah sistem sehingga dapat menggambarkan kebutuhan pengguna. Berikut *use case diagram* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Use Case Diagram Sistem Alat Penerjemah Huruf Dan Angka

4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi

Implementasi merupakan tahap penerapan berdasarkan hasil analisis ke dalam suatu bahasa pemrograman tertentu serta penerapan sistem yang akan dibangun pada lingkungan yang nyata.

4.1.1 Perangkat Keras Yang Digunakan

Perangkat keras yang diimplementasikan pada pembangunan alat penerjemah huruf dan angka ini merupakan perangkat keras yang telah ditentukan pada tahap analisis. Berikut perangkat keras yang diimplementasikan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Implementasi Perangkat Keras

| No | Jenis Perangkat Keras | Spesifikasi |
|----|-----------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Mikrokontroler | Arduino Nano V3 |
| 2 | <i>Flex Sensor</i> | Sparkfun Flex Sensor 2.2" |
| 3 | <i>Accelerometer Sensor</i> | ADXL335 <i>Accelerometer (3-Axis)</i> |
| 4 | <i>Bluetooth</i> | HC-05 <i>Bluetooth</i> |

| | | |
|---|-------------------------|-------------------------------------|
| 5 | Battery Charging Module | TP5100U (Support 2 Cell Battery) |
| 7 | MP3 Player Module | YX5300 UART Control Serial MP3 |
| 6 | Battery | Lithium 18650 (2 Cell) |
| 8 | MicroSD Card | SanDisk MicroSD Card Kapasitas 1 GB |
| 9 | Speaker | Speaker 0.5W 8 Ω |

4.1.2 Perangkat Lunak Yang Digunakan

Perangkat lunak yang diimplementasikan pada pembangunan alat penerjemah huruf dan angka ini merupakan perangkat lunak yang telah ditentukan pada tahap analisis. Berikut perangkat lunak yang diimplementasikan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Implementasi Perangkat Lunak

| No | Jenis Perangkat Lunak | Spesifikasi |
|----|-----------------------|-----------------------|
| 1 | Arduino Bootloader | ATmega328P Bootloader |

4.1.3 Implementasi Alat

Implementasi alat adalah hasil dari pemasangan perangkat yang telah dibuat pada tahap perancangan tata letak perangkat ke dalam sebuah sarung tangan. Implementasi alat ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Implementasi Alat

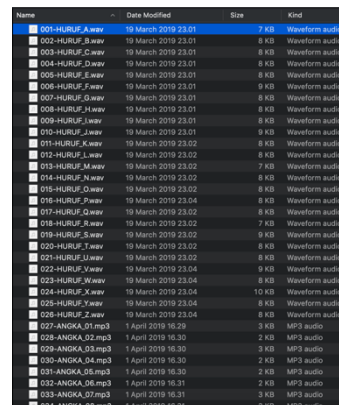
Pada Gambar 9 telah dilakukan pemasangan perangkat terhadap sarung tangan, diantaranya :

1. Perangkat Arduino Nano V3
2. Perangkat Accelerometer Sensor ADXL335
3. Perangkat Flex Sensor
4. Perangkat Serial MP3 YX5300
5. Perangkat MicroSD Card
6. Perangkat Speaker
7. Perangkat Battery Charging TP5100
8. Perangkat Battery Lithium 18650
9. Perangkat Bluetooth HC-05

4.1.7 Implementasi Data Suara Isyarat

Pada tahapan analisis data suara isyarat telah dijelaskan bahwa data suara isyarat berupa file MP3 dan WAV yang disimpan di dalam MicroSD Card.

Hasil dari implementasi penyimpanan data suara isyarat tersebut dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Implementasi Alat

Pada Gambar 7 terlihat kumpulan data suara isyarat berupa file MP3 dan WAV dari masing-masing suara isyarat huruf dan angka. Data suara isyarat tersebut akan diputar sesuai dengan hasil klasifikasi yang diperoleh melalui tahapan klasifikasi gerakan isyarat yaitu menggunakan Algoritma *K-Nearest Neighbors*.

4.2 Pengujian

Pengujian merupakan hal terpenting yang bertujuan untuk menemukan kesalahan-kesalahan pada alat yang diuji. Pengujian ini bermaksud untuk mengetahui alat yang dibuat sudah memenuhi kriteria yang sesuai dengan tujuan perancangan atau belum.

4.2.7 Pengujian Isyarat Huruf A

Berikut ini hasil pengujian Isyarat Huruf A yang telah dilakukan pengujian sebanyak 5 kali perulangan, hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 12 berikut ini.

Tabel 12. Pengujian Isyarat Huruf A

| No | Gambar | Hasil | Keterangan |
|----|--------|--|--------------|
| 1 | | <pre>Output Value K1 : 5 K2 : 4 K3 : 219 K4 : 173 K5 : 189 K6 : 2 K7 : 1 K8 : 189 K9 : 173 K10 : 173 K11 : 8.59 K12 : 8.89 K13 : -6.84 Classify : I Play 002-HURUF_1.wav</pre> | Tidak Sesuai |
| 2 | | <pre>Output Value K1 : 3 K2 : 6 K3 : 219 K4 : 173 K5 : 1 K6 : 2 K7 : 1 K8 : 179 K9 : 173 K10 : 8.59 K11 : 8.39 K12 : -6.54 Classify : A Play 001-HURUF_A.wav</pre> | Sesuai |
| 3 | | <pre>Output Value K1 : 176 K2 : 4 K3 : 176 K4 : 177 K5 : 189 K6 : 93 K7 : 86 K8 : 176 K9 : 176 K10 : 289 K11 : -6.25 K12 : -6.44 Classify : 0 Play 004-HURUF_D.wav</pre> | Tidak Sesuai |

| No | Gambar | Hasil | Keterangan |
|----|---|--|--------------|
| 4 |  | <pre>Output Window K1 : 177 K2 : 178 K3 : 172 K4 : 171 K5 : 177 K6 : 178 K7 : 177 K8 : 177 K9 : 173 K10 : 178 K11 : 178 K12 : 178 K13 : 178 K14 : 178 K15 : 178 K16 : 178 K17 : 178 K18 : 178 K19 : 178 K20 : 178 K21 : 178 K22 : 178 K23 : 178 K24 : 178 K25 : 178 K26 : 178 K27 : 178 K28 : 178 K29 : 178 K30 : 178 K31 : 178 K32 : 178 K33 : 178 K34 : 178 K35 : 178 K36 : 178 K37 : 178 K38 : 178 K39 : 178 K40 : 178 K41 : 178 K42 : 178 K43 : 178 K44 : 178 K45 : 178 K46 : 178 K47 : 178 K48 : 178 K49 : 178 K50 : 178 K51 : 178 K52 : 178 K53 : 178 K54 : 178 K55 : 178 K56 : 178 K57 : 178 K58 : 178 K59 : 178 K60 : 178 K61 : 178 K62 : 178 K63 : 178 K64 : 178 K65 : 178 K66 : 178 K67 : 178 K68 : 178 K69 : 178 K70 : 178 K71 : 178 K72 : 178 K73 : 178 K74 : 178 K75 : 178 K76 : 178 K77 : 178 K78 : 178 K79 : 178 K80 : 178 K81 : 178 K82 : 178 K83 : 178 K84 : 178 K85 : 178 K86 : 178 K87 : 178 K88 : 178 K89 : 178 K90 : 178 K91 : 178 K92 : 178 K93 : 178 K94 : 178 K95 : 178 K96 : 178 K97 : 178 K98 : 178 K99 : 178 K100 : 178 Classify : 0 Play WPM-HISAP_3.avi</pre> | Tidak Sesuai |
| 5 |  | <pre>Output Window K1 : 177 K2 : 178 K3 : 173 K4 : 179 K5 : 175 K6 : 171 K7 : 171 K8 : 179 K9 : 179 K10 : 174 K11 : 179 K12 : 178 K13 : 178 K14 : 178 K15 : 178 K16 : 178 K17 : 178 K18 : 178 K19 : 178 K20 : 178 K21 : 178 K22 : 178 K23 : 178 K24 : 178 K25 : 178 K26 : 178 K27 : 178 K28 : 178 K29 : 178 K30 : 178 K31 : 178 K32 : 178 K33 : 178 K34 : 178 K35 : 178 K36 : 178 K37 : 178 K38 : 178 K39 : 178 K40 : 178 K41 : 178 K42 : 178 K43 : 178 K44 : 178 K45 : 178 K46 : 178 K47 : 178 K48 : 178 K49 : 178 K50 : 178 K51 : 178 K52 : 178 K53 : 178 K54 : 178 K55 : 178 K56 : 178 K57 : 178 K58 : 178 K59 : 178 K60 : 178 K61 : 178 K62 : 178 K63 : 178 K64 : 178 K65 : 178 K66 : 178 K67 : 178 K68 : 178 K69 : 178 K70 : 178 K71 : 178 K72 : 178 K73 : 178 K74 : 178 K75 : 178 K76 : 178 K77 : 178 K78 : 178 K79 : 178 K80 : 178 K81 : 178 K82 : 178 K83 : 178 K84 : 178 K85 : 178 K86 : 178 K87 : 178 K88 : 178 K89 : 178 K90 : 178 K91 : 178 K92 : 178 K93 : 178 K94 : 178 K95 : 178 K96 : 178 K97 : 178 K98 : 178 K99 : 178 K100 : 178 Classify : 1 Play WPM-HISAP_4.avi</pre> | Sesuai |

Berdasarkan hasil pengujian isyarat huruf A pada Tabel 12 maka dapat diperoleh persentase kesesuaian hasil gerakan isyarat huruf A sebagai berikut.

$$\frac{\text{Jumlah Keberhasilan}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100 = \frac{2}{5} \times 100 = 40 \%$$

4 PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap Alat penerjemah huruf dan angka ini, maka dapat disimpulkan bahwa gerakan isyarat huruf dan angka sudah dapat diterjemahkan kedalam suara dengan menggunakan Arduino, Sensor Fleks dan Sensor Akselerometer, tetapi tingkat keberhasilannya hanya 55.135%. *Error* yang didapatkan karena terdapat nilai *attribute* gerakan isyarat yang mirip bahkan senilai antara gerakan isyarat satu dengan lainnya pada *data training*, sehingga Algoritma *K-Nearest Neighbors* memberikan nilai hasil klasifikasi yang tidak sesuai dengan hasil yang diharapkan.

4.2 Saran

Alat penerjemah huruf dan angka bahasa indonesia ini masih berupa *prototype* perlu pengembangan lagi, oleh karena itu ada saran yang dapat digunakan sebagai panduan pengembangan ke arah yang lebih baik guna mendukung alat penerjemah huruf dan angka bahasa indonesia. Adapun saran-saran terhadap pengembangan alat penerjemah huruf dan angka adalah sebagai berikut:

1. Data gerakan isyarat masih berupa isyarat huruf dan angka, perlunya penerapan isyarat kata-kata yang biasa digunakan sehari hari oleh penyandang tunarungu maupun tunawicara.
2. Data training di *compile* bersamaan dengan *script* yang dibangun, sehingga *data training* yang dapat disimpan terbatas sesuai kapasitas *storage* Arduino Nano V3, sehingga dibutuhkan sebuah *database external* untuk menyimpan *data training*.
3. Algoritma *K-Nearest Neighbors* akan memberikan hasil klasifikasi pada setiap gerakan walaupun gerakan tersebut tidak terdapat pada *data training* dikarenakan Algoritma *K-Nearest Neighbors* akan mencari

nilai terdekat dengan nilai yang ada pada *data training*, maka perlunya penerapan algoritma lain dalam melakukan klasifikasi gerakan isyarat tangan agar *output* sesuai dengan yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. S. Nehemia Sugianto, "Analisa Manfaat Dan Penerimaan Terhadap Implementasi Bahasa Isyarat Indonesia Pada Latar Belakang Komplek Menggunakan Kinect Dan Jaringan Syaraf Tiruan (Studi Kasus SLB Karya Mulia 1)," *JUISI*, vol. 01, no. 01, p. 56, 2015.
- [2] A. A. S. Gunawan and A. Salim, "Pembelajaran Bahasa Isyarat Dengan Kinect Dan Metode Dynamic Time Warping," *Math. Stat. Dep. Sch. Comput. Sci. Binus Univ.*, vol. 13, no. 2, pp. 77–84, 2013.
- [3] A. SETIYADI and T. Harihayati, "Penerapan SQLite Pada Aplikasi Pengaturan Waktu Ujian dan Presentasi," *Maj. Ilm. UNIKOM*, vol. 13, no. 2, 2015.
- [4] M. Winarsih, *Intervensi Dini Bagi Anak TunaRungu Dalam Pemerolehan Bahasa*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Direktorat Ketenagaan, 2007.
- [5] Sadjaah, *Pendidikan Bahasa bagi Anak Gangguan Pendengaran dalam Keluarga*. Jakarta: Depdiknas Dirjen Pendidikan Tinggi Direktorat Pembinaan Pendidikan Tenaga Kependidikan dan Ketenagaan Perguruan Tinggi, 2005.
- [6] Yuni, "Studi Komparatif Ketrampilan Komunikasi Interpersonal antara pengguna Bahasa isyarat SIBI Dengan BISINDO," 2014.
- [7] D. I. Setyawan, H. Tolle, and A. P. Kharisma, "Perancangan Aplikasi Communication Board Berbasis Android Tablet Sebagai Media Pembelajaran dan Komunikasi Bagi Anak Tuna Rungu," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 8, pp. 2933–2943, 2018.
- [8] Ihsan, "Berkenalan Dengan Arduino Nano," 2016. [Online]. Available: <http://ecadio.com/mengenal-dan-belajar-arduino-nano>.
- [9] K. Teknomo, "K-Nearest Neighbours Tutorial, K-Tetangga Terdekat Tutorial," 2010. .
- [10] S. Budiono, *Bunga Rampai HIPERKES & Kesehatan Kerja*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro., 2006.