

PERANCANGAN SISTEM PENERJEMAH BAHASA ISYARAT

DESIGN OF SIGN LANGUAGE TRANSLATOR SYSTEM

Anggun Mustikasari Dewi¹, Angga Rusdinar², Porman Pangaribuan³

1,2,3 Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹anggunmd19@gmail.com, ²anggarusdinar@telkomuniveristy.co.id, ³porman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Tidak sedikit orang yang tak mampu mendengar dan berbicara atau biasa disebut tuna rungu. Komunikasi mereka dengan orang lain hanya menggunakan bahasa isyarat. Beberapa orang mampu mendapatkan informasi dari gerakan mereka namun tidak semua orang bisa mengerti dengan cara mereka menyampaikan pesan sehingga komunikasi pun tidak dapat berjalan dengan baik.

Penerjemah bahasa Isyarat akan sangat membantu menyampaikan pemikiran mereka kepada orang lain. Penerjemah bahasa Isyarat ini berbentuk sarung tangan sehingga saat melakukan gerakan tangan akan menghasilkan nilai-nilai unik yang akan diterjemahkan dengan menggunakan teknik Jaringan Syaraf Tiruan. Hasil terjemahan dari bahasa isyarat ini diubah menjadi sebuah teks dan suara yang akan ditampilkan pada aplikasi di handphone.

Hasil dari Tugas Akhir ini adalah alat dapat membaca gerakan bahasa Isyarat dengan baik. Metode yang digunakan yaitu jaringan syaraf tiruan dengan metode backpropagation dengan 1 input layer, 2 hidden layer dan 1 output layer. Iterasi atau epoch yang digunakan sebesar 2500, batch size 2200 dan learning rate 0.00001. Berdasarkan hasil data pengujian setiap kata dari lima orang penguji dengan tiga kali percobaan memiliki tingkat keberhasilan 72.33%. Dapat disimpulkan perangkat cukup baik dalam menerjemahkan bahasa isyarat.

Kata kunci: tuna rungu, bahasa isyarat, Jaringan Syaraf Tiruan, handphone.

Abstract

Not a few people who are unable to hear and speak or are usually called deaf people. Their communication with others only uses sign language. Some people are able to get information from their movements but not everyone can understand the way they deliver messages so that communication cannot work properly.

This Sign Language Translator is in the form of a glove so that when doing hand gestures will produce unique values that will be translated using Artificial Neural Network techniques. The translation result from this sign language into a text and the sound that will be on the application on the handphone.

The results of this Final Project are tools that can read Sign Language movements well. The method used is artificial neural network with backpropagation method with 1 input layer, 2 hidden layers and 1 output layer. Iteration or epoch used is 2500, batch size is 2200 and learning rate is 0.00001. Based on the results of testing data, each word of five testers with three trials has a success rate of 72.33%. It can concluded that the device is good enough in translating sign language.

Keywords: deaf, sign language, Artificial Neural Network, handphone.

1. Pendahuluan

Komunikasi menjadi aspek yang sangat penting bagi manusia karena dengan komunikasi manusia berinteraksi dengan manusia lain. Bahasa merupakan alat komunikasi yang digunakan untuk pertukaran informasi satu sama lain. Pada umumnya bahasa yang digunakan adalah bahasa verbal baik dengan tulisan maupun lisan. Sama halnya bagi penyandang tuna rungu komunikasi menjadi salah satu hal yang sangat penting baik dengan penyandang disabilitas maupun dengan orang normal. Berbeda dengan orang pada umumnya yang menggunakan bahasa verbal, penyandang tuna rungu berkomunikasi dengan bahasa nonverbal, yaitu menyampaikan maksud dengan bahasa isyarat.

Pada kenyataannya banyak orang yang tidak dapat berkomunikasi dengan bahasa isyarat. Akibatnya pesan yang ingin disampaikan oleh penyandang tuna rungu menjadi tidak tersampaikan dengan baik bahkan bisa terjadi kesalahpahaman. Oleh karena itu perlu dibangun sistem penerjemah bahasa isyarat agar menjadi salah satu alternatif yang dapat digunakan oleh penyandang tuna rungu. Gerakan pada jari dan tangan menimbulkan nilai-nilai unik yang dapat dibaca sehingga nilai tersebut bisa di terjemahkan menjadi bahasa isyarat. Sistem ini dapat digunakan penyandang tuna rungu untuk menyampaikan pesan kepada orang yang tidak mengerti bahasa isyarat dengan menampilkan bahasa isyarat dalam bentuk teks dan suara sehingga komunikasi akan terjalin lebih baik.

Sistem penerjemah bahasa isyarat sebelumnya sudah banyak diteliti [1][2]. Sistem penerjemah bahasa isyarat pada penelitian sebelumnya yang pertama menerjemahkan ASL atau *American Sign Language* menggunakan kamera yaitu Kinect Microsoft dengan menggunakan algoritma *per-pixel classifier* untuk menyegmentasikan suatu tangan manusia menjadi beberapa bagian. Penelitian ini mencapai 90% akurasi dalam mengenali 24 alfabet statis. Penelitian yang kedua menggunakan sarung tangan tingkat akurasi mencapai 96% untuk menerjemahkan 20 alfabet statis dari ASL. Sistem ini bisa menampilkan karakter yang diinginkan pada LCD atau *handphone, controller* yang

digunakan cukup besar yaitu Arduino Mega dikarenakan proses penerjemahan bahasa isyarat terdapat pada Arduino dan aplikasi pada *handphone* hanya untuk menampilkan karakter saja.

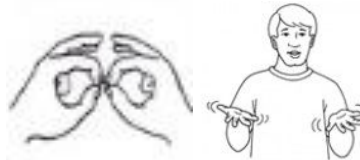
Pada Tugas Akhir ini perancangan sistem penerjemah bahasa isyarat menggunakan sarung tangan dan akan menampilkan kata bahasa isyarat pada *handphone*. Perbedaan antara Tugas Akhir ini dengan penelitian sebelumnya adalah proses penerjemahan bahasa isyarat dilakukan pada aplikasi *handphone* sehingga bahasa isyarat yang bisa digunakan lebih banyak dan ukuran data bisa lebih besar. Pada sistem penerjemah bahasa isyarat ini sistem ini menggunakan komponen-komponen kecil dan sistem *wireless* sehingga penyandang tuna rungu dapat berkomunikasi langsung.

2. Dasar Teori

2.1. Bahasa Isyarat Indonesia

Bahasa Isyarat merupakan bahasa yang digunakan oleh penyandang tuna rungu untuk berkomunikasi dan berinteraksi dengan lingkungan sosial masyarakat. Bahasa isyarat adalah bahasa yang tidak menggunakan bunyi ucapan manusia atau tulisan dalam sistem pelambangannya[3]. Penyandang tuna rungu menggunakan bahasa ini dengan mengombinasikan bentuk tangan, gerak tangan, lengan, dan tubuh, serta ekspresi wajah untuk mengungkapkan pikiran mereka. Di Indonesia terdapat dua tipe Bahasa isyarat yang digunakan yaitu Bahasa Isyarat Indonesia atau BISINDO dan Sistem Bahasa Isyarat Indonesia atau SIBI.

BISINDO merupakan bahasa isyarat alami budaya asli Indonesia yang dengan mudah dapat digunakan dalam pergaulan isyarat kaum tuna rungu sehari-hari. BISINDO menggunakan gerakan dua tangan sebagai upaya komunikasi antar pengguna bahasa isyarat. BISINDO adalah bahasa ibu penyandang tuna rungu sehingga bahasa isyarat ini menjadi bahasa otentik untuk penyandang tuna rungu serupa dengan bahasa daerah yang berkembang di setiap wilayah Indonesia. Gambar II-1 adalah beberapa contoh isyarat yang ada pada Buku Berkenalan dengan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO)[4].



Gambar 1. Contoh isyarat “B” (kiri), “apa” (kanan).

SIBI merupakan salah satu media yang membantu komunikasi sesama tuna rungu di dalam masyarakat yang lebih luas (Depertemn Pendidikan Nasional, 2002). SIBI menggunakan abjad sebagai panduan bahasa isyarat satu tangan upaya komunikasi antar pengguna bahasa isyarat. SIBI disusun atas inisiatif sejumlah kepala SLB (Sekolah Luar Biasa), seperti Anton Widyatmoko sebagai Kepala Sekolah dari salah satu Sekolah Luar Biasa bagi Tuli di Jakarta (sekitar 1980/90-an). Bahasa Isyarat ini digunakan untuk pendidikan di Sekolah Dasar LB hingga Menengah ke Atas LB sebagai bahasa pengantar di sekolah (sebagaimana diwajibkan berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 0161/U/1994, *red*). Pada SIBI terdapat beberapa kata dengan menggunakan satu tangan saja, oleh karena itu bahasa isyarat inilah yang digunakan pada Tugas Akhir ini sesuai dengan batasan masalah yang ada. Gambar II-2 adalah beberapa contoh isyarat yang ada pada Kamus Sistem Bahasa Isyarat Indonesia[5]

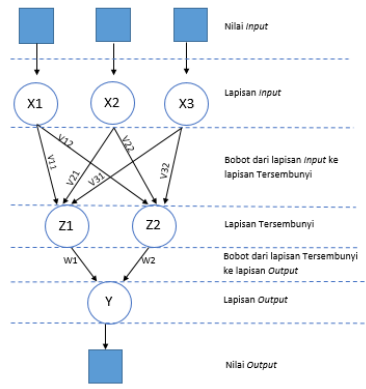


Gambar 2. Contoh isyarat “maaf” (kiri), “kamu” (kanan).

2.2. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan atau JST adalah jenis arsitektur komputasi paralel berdasarkan kode-kode pada proses informasi mirip dengan otak manusia yang dapat menunjukkan perilaku seperti belajar, asosiasi, kategorisasi, dan lain-lain[6].

JST memiliki beberapa lapisan yaitu lapisan masukan (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*), dan lapisan keluaran (*output layer*). Arsitektur JST dapat diilustrasikan seperti gambar berikut:



Gambar 3. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

1. Lapisan masukan (*input layer*)

Lapisan masukan merupakan lapisan yang terdiri dari beberapa neuron yang bertugas menerima sinyal lalu diteruskan ke neuron selanjutnya.

2. Lapisan tersembunyi (*hidden layer*)

Lapisan tersembunyi merupakan tiruan dari sel-sel syaraf konekter yang berfungsi meningkatkan kemampuan jaringan dalam memecahkan masalah.

3. Lapisan keluaran (*output layer*)

Lapisan keluaran merupakan tiruan dari sel-sel syaraf motor dan berfungsi menyalurkan sinyal keluaran hasil pemrosesan.

2.3. Fungsi Aktivasi

JST diaktifkan dengan suatu fungsi khusus (fungsi aktivasi) dimana fungsi ini menghubungkan input yang ada dan memprosesnya hingga menjadi suatu output yang diinginkan. Fungsi aktivasi pada sistem penerjemah bahasa isyarat ini menggunakan fungsi aktivasi Rectified Linear Unit (ReLU) dan Softmax.

1. Rectified Linear Unit (ReLU)

ReLU atau *Rectified Linear Unit* dikenal sebagai fungsi ramp dan analog dengan rektifikasi setengah gelombang dalam teknik elektro yang membuat pembatas pada bilangan nol, artinya apabila $x \leq 0$ maka $x = 0$ dan apabila $x > 0$ dengan x adalah nilai *input*.

$$f(x) = \max([0, x]) \dots\dots\dots(1)$$

Fungsi aktivasi ini pertama kali diperkenalkan ke jaringan dinamis oleh Hahnloser et al. pada tahun 2000 dengan motivasi biologis yang kuat dan pembenaran matematis[8]. Ini telah ditunjukkan untuk pertama kalinya pada tahun 2011 untuk memungkinkan pelatihan yang lebih baik pada jaringan yang lebih dalam[9]. Dibandingkan dengan fungsi aktivasi yang banyak digunakan sebelum 2011, yaitu, sigmoid logistik yang terinspirasi oleh teori probabilitas.

2. Softmax

Fungsi Softmax adalah generalisasi fungsi logistic yang mencampurkan atau *squashes* vector K-dimensi vector z dari sembarang nilai *real* ke K-dimensi vector $\sigma(z)$ dari nilai real, dimana keluaran pada rentang 0 dan 1[10]. Secara matematis fungsi softmax ditunjukkan di bawah ini, di mana z adalah vektor dari *input* ke lapisan *output* dan j mengindeks *unit output*, jadi $j = 1, 2, \dots, K$.

$$\sigma(z)_j = \frac{e^{z_j}}{\sum_{k=1}^K e^{z_k}} \dots\dots\dots(2)$$

2.4. Cross Entropy Loss

Cross Entropy Loss antara dua distribusi probabilitas p dan q pada rangkaian dasar yang sama mengukur jumlah rata-rata bit yang diperlukan untuk mengidentifikasi peristiwa yang diambil dari set[11]. *Output* dari *Cross-entropy Loss* adalah nilai probabilitas antara 0 dan 1. *Cross-entropy Loss* meningkat sebagai prediksi kemungkinan menyimpang dari label yang sebenarnya.

$$H(p, q) = -\sum_k p_k \log q_k \dots\dots\dots(3)$$

$$H(p, q) \neq H(q, p) \dots\dots\dots(4)$$

Log = natural log

p = Label Target *Output*

q = Label *Output* yang di dapat

k = banyaknya kelas kemungkinan

2.5. Stochastic Gradient Descent

Stochastic gradient descent (sering disingkat menjadi SGD), juga dikenal sebagai kemiringan gradien inkremental, adalah metode iteratif untuk mengoptimalkan fungsi obyektif terdiferensiasi pendekatan stokastik dari optimasi *gradient descent*. Secara implisit mengkredit dari Herbert Robbins dan Sutton Monro untuk mengembangkan SGD dalam artikel mereka 1951 berjudul "A *Stochastic Approximation Method*" Ini disebut

stokastik karena sampel dipilih secara acak bukan sebagai kelompok tunggal (*Gradient descent*) atau dalam urutan mereka muncul di set pelatihan[12].

$$f(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i(x) \dots \dots \dots (5)$$

Di mana:

$f_i(x)$ = *loss function* dari data pelatihan
 n = ukuran data pelatihan

2.5. Kalman Filter

Kalman *Filter* merupakan sekumpulan persamaan matematik yang menawarkan cara komputasi rekursif dan efisien untuk mengestimasi *state* dari sebuah proses sedemikian rupa sehingga meminimumkan rata-rata dari kuadrat *error*. *Filter* ini sangat berguna dalam beberapa aspek: mendukung estimasi *state* yang telah lalu, saat ini, dan juga *state* masa depan, dan mampu bekerja meskipun sifat-sifat model sistem tidak diketahui [6].

Persoalan umum untuk Kalman *Filter* adalah mencoba untuk mengestimasi *state* $x \in \mathfrak{R}^n$ dari sebuah proses waktu diskrit yang dinyatakan oleh persamaan beda stokastik linier

$$x_k = Ax_{k-1} + Bu_{k-1} + w_{k-1} \dots \dots \dots (6)$$

dengan pengukuran $z \in \mathfrak{R}^m$ yang dinyatakan

$$z_k = Hx_k + v_k \dots \dots \dots (7)$$

w_k dan v_k adalah variabel acak yang mewakili proses *noise* dan *noise* pengukuran, keduanya independen dengan probabilitas berdistribusi normal.

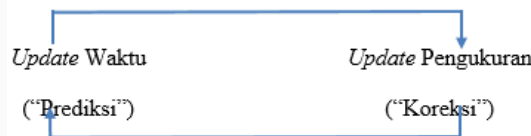
$$p(w) \sim N(0, Q) \dots \dots \dots (8)$$

$$p(v) \sim N(0, R) \dots \dots \dots (9)$$

Dalam praktiknya proses *noise* kovarian Q dan matriks pengukuran *noise* kovarian R dapat berubah setiap waktu atau setiap pengukuran, tetapi dalam hal ini kita asumsikan Q dan R adalah konstan.

Kalman *filter* mengestimasi satu proses melalui mekanisme kontrol umpan balik yaitu *filter* mengestimasi *state* dari proses kemudian mendapat umpan balik berupa nilai hasil pengukuran yang bercampur *noise*. Persamaan untuk Kalman *filter* dikelompokkan dalam dua bagian yaitu persamaan *update* waktu dan persamaan *update* pengukuran. Persamaan *update* waktu bertugas untuk mendapatkan nilai pra-estimasi untuk waktu step selanjutnya. Persamaan *update* pengukuran bertugas untuk keperluan umpan balik, seperti memadukan hasil pengukuran terbaru dengan nilai pra-estimasi untuk mendapatkan nilai pasca-estimasi yang lebih baik.

Persamaan *update* waktu disebut juga persamaan prediksi, sedangkan persamaan *update* pengukuran disebut persamaan koreksi. Algoritma estimasi Kalman *filter* menyerupai algoritma prediksi-koreksi untuk menyelesaikan masalah numerik sebagaimana pada Gambar 4.



Gambar 4. Siklus Kerja Kalman filter

Update waktu membuat prediksi nilai *state*. *Update* pengukuran, menyesuaikan nilai prediksi dengan nilai ukur aktual.

$$\hat{x}_k^- = A\hat{x}_{k-1} + Bu_{k-1} \dots \dots \dots (10)$$

$$P_k^- = AP_{k-1}A^T + Q \dots \dots \dots (11)$$

Persamaan *update* waktu memproyeksikan (memprediksi) nilai *state* dan estimasi kovarian dari waktu step k-1 menuju step k.

$$K_k = P_k^- H^T (HP_k^- H^T + R)^{-1} \dots \dots \dots (12)$$

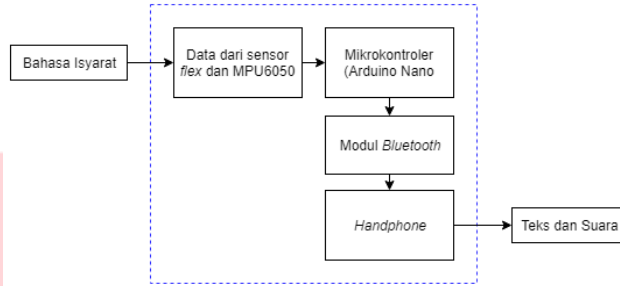
$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K(z_k - H\hat{x}_k^-) \dots \dots \dots (13)$$

$$P_k = (I - K_k H)P_k^- \dots \dots \dots (14)$$

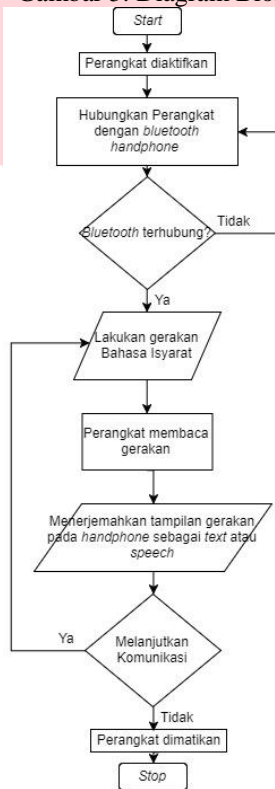
Tugas pertama dalam *Update* pengukuran adalah menghitung Kalman Gain, K_k . Persamaan Kalman gain terdapat pada persamaan (12). Selanjutnya mengukur nilai proses aktual z_k , kemudian menghitung pasca-estimasi *state* dengan melibatkan nilai hasil pengukuran sebagaimana pada persamaan (13). Tugas terakhir adalah mendapatkan nilai pasca-estimasi kovarian *error* melalui persamaan (14). Setelah menjalani satu siklus *update* waktu dan pengukuran, siklus ini diulang yang mana nilai pasca-estimasi sebelumnya digunakan untuk memprediksi nilai pra-estimasi yang baru. Sifat rekursif ini adalah satu sifat penting dari Kalman *filter* adalah membuat implementasi praktis jauh lebih sederhana daripada implementasi Wiener *filter*[7] yang dirancang untuk beroperasi dengan melibatkan semua data secara langsung dalam setiap kali estimasi.

3. Perancangan Sistem

Secara umum sistem penerjemah bahasa isyarat dapat digambarkan dengan diagram blok pada Gambar 7 dan diagram alir pada Gambar 6 yaitu *input* gerakan bahasa isyarat, pengolahan data sensor, pengiriman data ke *handphone* dan pengolahan data menjadi teks dan suara. Untuk pembacaan sinyal ketika gerakan tangan menggunakan sensor *flex* dan MPU6050 yang kemudian diolah untuk mendapatkan data yang baik. Data dari sensor kemudian dikirim ke aplikasi pada *handphone* melalui *bluetooth*. *Handphone* kemudian mengolah data menjadi sebuah teks dan suara yang akan ditampilkan pada aplikasi *handphone*.

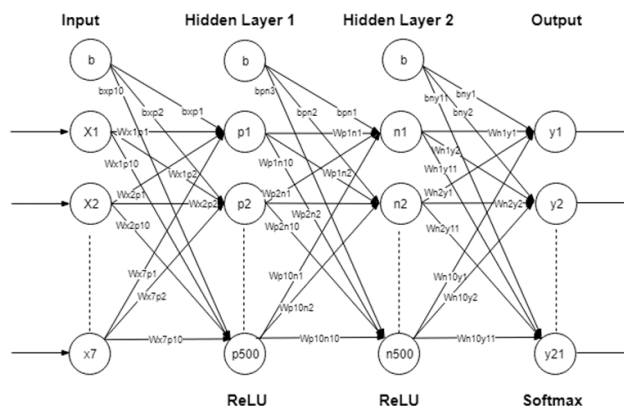


Gambar 5. Diagram Blok Sistem



Gambar 6. Penggunaan Perangkat Penerjemah Bahasa Isyarat

3.1. Arsitektur Sistem



Gambar 7. Arsitektur JST

Pada Gambar 7. menunjukan arsitektur JST *backpropagation* yang akan diimplementasikan terdiri dari :

- 1 input layer, *Input layer* memiliki 8 node (bn1 dan x1 - x7) di mana b adalah nilai bias dan x1 – x5 adalah nilai pembacaan sensor *flex* dan x6 – x7 adalah nilai pembacaan *roll* dan *pitch* MPU6050.
- hidden layer 1,

Hidden layer 1 memiliki 500 node (b & p1 – p500) di mana b1 adalah nilai bias p1-p500 adalah *node* hasil proses pembobotan jaringan saraf tiruan,

- *hidden layer 2*,

Hidden layer 2 memiliki 500 node (b & n1 – n500) di mana b1 adalah nilai bias n1-n500 adalah *node* hasil proses pembobotan jaringan saraf tiruan,

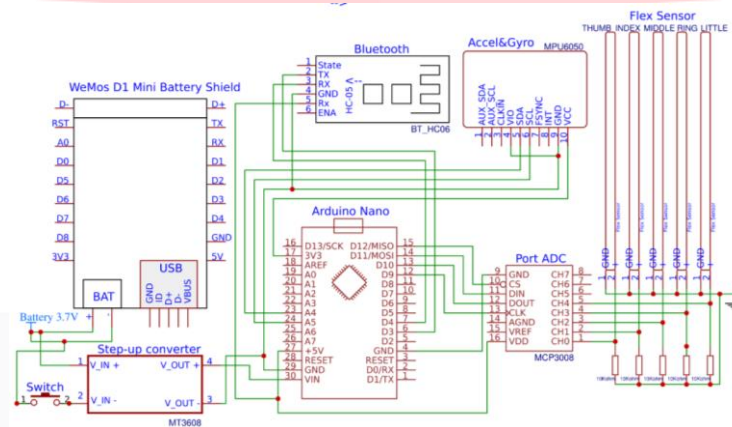
- 1 *output layer*.

Output layer memiliki 21 *node* (y1 – y21) dimana y1-y20 adalah kata saya, kamu, dia, kita, kami, siapa, minta, bukan, salah, bagus, akan, masih, perlu, itu, maaf, lapar, makan, sudah, lihat, pikir. Dan y21 adalah kata kosong.

3.2. Perancangan Perangkat Keras

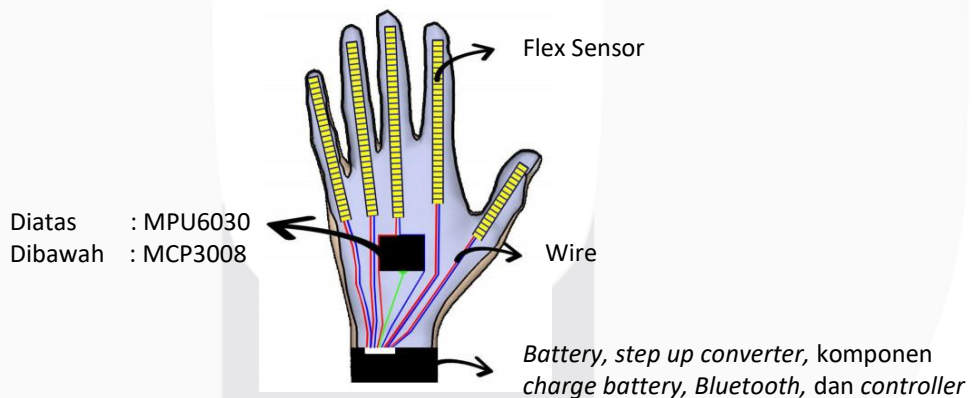
Perancangan utama dari sistem ini adalah pengolahan sinyal pada gerakan jari dan tangan menjadi data yang akan diolah menjadi sebuah teks dan suara. Data sensor yang digunakan diolah oleh dua komponen utama yaitu mikrokontroler dan aplikasi pada *handphone*.

Sistem ini akan didesain sedemikian rupa agar dapat digunakan dengan nyaman. Pada sistem ini akan di terapkan pada sarung tangan sehingga perangkat keras yang harus digunakan sebaiknya berukuran kecil dan dengan harga yang terjangkau tetapi memiliki spesifikasi yang baik.



Gambar 8. Perancangan Perangkat Keras

Pada Gambar III-5 merupakan perancangan sistem yang akan dipakai pada Tugas Akhir ini. Sensor yang digunakan adalah sensor *flex* untuk membaca tekukan jari dan MPU6050 untuk membaca gerakan tangan. *Controller* yang digunakan adalah Arduino nano dan *bluetooth* digunakan untuk mengirimkan data ke aplikasi *handphone*. *Battery* yang digunakan sebesar 3.7V lalu di *step-up* oleh MT3608 dan *Wemos Shield* digunakan untuk mengisi *battery*.



Gambar 10. Peletakan Komponen

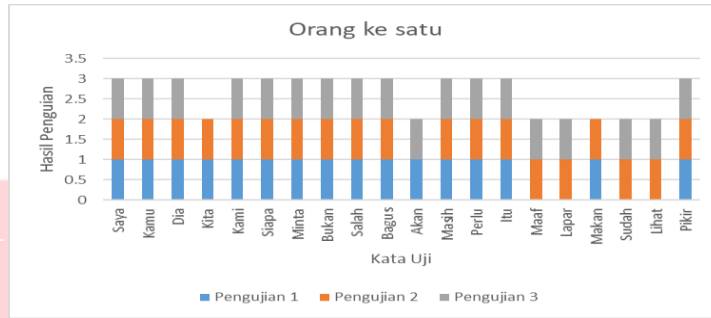
Gambar 10. menunjukkan peletakan komponen yang dipakai pada Tugas Akhir ini. Pada bagian tangan tangan diletakan MCP3008 dan diatasnya MPU6050 diletakan di tangan tangan agar dapat membaca pergerakan tangan. Penempatan *flex sensor* diletakan di setiap jari tangan. *Battery*, *step up converter*, komponen *charge battery*, *Bluetooth*, dan *controller* diletakan di bawah pergelangan tangan. Pada sub bab berikut akan dijelaskan tentang masing-masing komponen dan spesifikasinya.

4. Hasil dan Analisis Data

Setelah sistem penerjemah bahasa isyarat dirancang dan dibangun maka dilakukan pengujian dengan melakukan pengujian keberhasilan sistem.

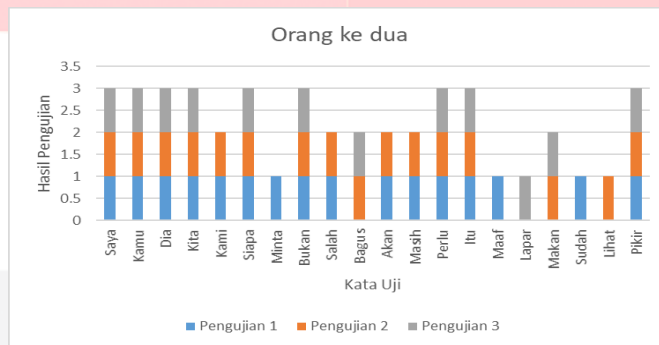
4.1. Pengujian Keberhasilan Perangkat

Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan dengan mengamati akurasi data latih pada proses pembelajaran, akurasi pengujian terhadap data uji yang sudah dilakukan.



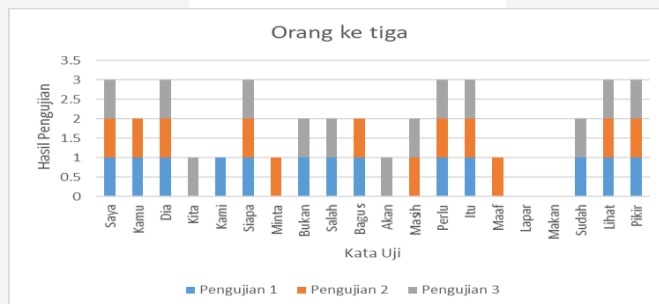
Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian Orang ke satu

Berdasarkan Gambar 10. bahwa pengukuran pada setiap kata yang dilakukan 3 kali orang pengujian orang ke satu memiliki tingkat keberhasilan sebesar 88.33%.



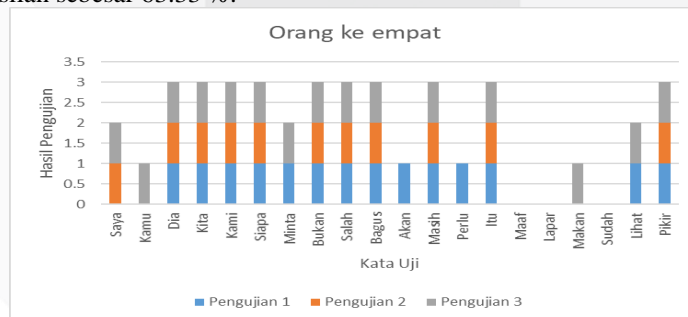
Gambar 11. Grafik Hasil Pengujian Orang ke dua

Berdasarkan Gambar 11. bahwa pengukuran pada setiap kata yang dilakukan 3 kali orang pengujian orang ke dua memiliki tingkat keberhasilan sebesar 73.33%.



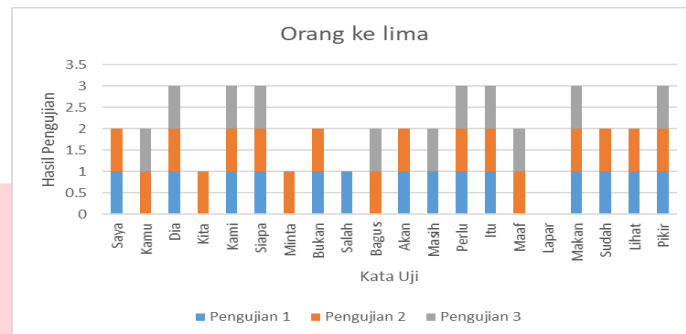
Gambar 12. Grafik Hasil Pengujian Orang ke tiga

Berdasarkan Gambar 12. bahwa pengukuran pada setiap kata yang dilakukan 3 kali orang pengujian orang ke tiga memiliki tingkat keberhasilan sebesar 63.33 %.



Gambar 13. Grafik Hasil Pengujian Orang ke empat

Berdasarkan Gambar 13. bahwa pengukuran pada setiap kata yang dilakukan 3 kali orang pengujian orang ke empat memiliki tingkat keberhasilan sebesar 66.66%.



Gambar 14. Grafik Hasil Pengujian Orang ke lima

Berdasarkan Gambar 14. bahwa pengukuran pada setiap kata yang dilakukan 3 kali orang pengujian orang ke lima memiliki tingkat keberhasilan sebesar 70%.

Berdasarkan hasil data pengujian setiap kata dari lima orang penguji dengan tiga kali percobaan memiliki tingkat keberhasilan 72.33%. Dapat disimpulkan perangkat cukup baik dalam menerjemahkan bahasa isyarat.

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis didapat kesimpulan dari Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Sistem penerjemah bahasa isyarat menggunakan sarung tangan dengan sensor, *controller*, dan catu daya diletakan bersamaan dengan sarung tangan tersebut. Pengkabelan atau catu daya pada perangkat sangat mempengaruhi pengiriman data dari perangkat ke *handphone* sehingga perangkat harus tetap agar tidak terlepas,
2. Perangkat menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan dengan metode *backpropagation* dengan 1 *input layer*, 2 *hidden layer* dan 1 *output layer*. Iterasi atau epoch yang digunakan sebesar 2500, *batch size* 2200 dan *learning rate* 0.00001.
3. Pada analisis data pengujian setiap kata dari lima orang penguji dengan tiga kali percobaan memiliki tingkat keberhasilan rata-rata sebesar 72.33%. Dapat disimpulkan perangkat cukup baik dalam menerjemahkan bahasa isyarat.

Daftar Pustaka

- [1] Cao Dong, Ming C. Leu. Zhaozheng Yin, American Sign Language alphabet recognition using Microsoft Kinect. IEEE 2015.
- [2] Mohamed Ennajar, Mohamed Samir Elbuni, Mohammed Elmahgiubi, Nabil Drawil. Sign Language Translator and Gesture Recognition. IEEE. 2015
- [3] Pusat Bahasa, Kamus Besar Bahasa Indonesia, Jakarta: Balai Pustaka, 1988.
- [4] Dewan Pengurus Pusat Gerakan untuk Kesejahteraan Tunarungu Indonesia (Gerkatun). Berkenalan dengan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). Pusat Bahasa Isyarat Indonesia (PUSINDO). 2016
- [5] Imas A. R. Gunawan, Kamus Umum Bahasa Isyarat Indonesia, Jakarta: Lembaga Komunikasi Total Indonesia, 1996.
- [6] Zaknich, Anthony, Neural Networks for Intelligent Signal Processing, River Edge, NJ : World Scientific, cop. 2003
- [7] Puspitaningrum, Diyah, Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan, Yogyakarta .C.V ANDI OFFSET, 2006
- [8] Hahnloser, R. Sarpeshkar, R. Mahowald, M. A. Douglas, R. J. Seung, H. S. Digital selection and analogue amplification coexist in a cortex-inspired silicon circuit. Nature. **405**: 947–951. 2000
- [9] Xavier Glorot, Antoine Bordes and Yoshua Bengio. Deep sparse rectifier neural networks. AISTATS. 2011
- [10] Bishop, Christopher M. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer. 2006.
- [11] Murphy, Kevin Machine Learning: A Probabilistic Perspective. MIT. 2012
- [12] Mei, Song A mean field view of the landscape of two-layer neural networks. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2018.
- [13] G. Bishop ,G. Welch. An introduction to Kalman Filter. 2006.