



TESIS - TE142599

**SISTEM PENDETEKSI JATUH BERBASIS SENSOR  
GYROSCOPE DAN SENSOR ACCELEROMETER  
MENGUNAKAN BACKPROPAGATION**

ADLIAN JEFIZA  
2215205009

DOSEN PEMBIMBING  
Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.  
Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng.

PROGRAM MAGISTER  
BIDANG KEAHLIAN JARINGAN CERDAS MULTIMEDIA  
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017





TESIS -

**SISTEM PENDETEKSI JATUH BERBASIS SENSOR  
GYROSCOPE DAN SENSOR ACCELEROMETER  
MENGUNAKAN BACKPROPAGATION**

ADLIAN JEFIZA  
2215205009

DOSEN PEMBIMBING  
Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.  
Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng.

PROGRAM MAGISTER  
BIDANG KEAHLIAN JARIGAN CERDAS MULTIMEDIA  
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017



## LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Teknik (M.T)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh:

Adian Jefiza  
NRP. 2215205009

Tanggal Ujian : 13 Juni 2017  
Periode Wisuda : September 2017

Disetujui oleh:

1. Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT. (Pembimbing I)

NIP: 196907301995121001

2. Prof.Dr.Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng. (Pembimbing II)

NIP: 195809161986011001

3. Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Suprpto, M.Sc. (Penguji)

NIP: 195409251978031001

4. Dr. Diah Puspito Wulandari, ST., M.Sc. (Penguji)

NIP: 198012192005012001

5. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT. (Penguji)

NIP: 196806011995121009

Dekan Fakultas Teknologi Elektro

Dr. Tri Arief Sardjono, S.T., M.T.

NIP. 197002121995121001

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi keseluruhan Tesis saya dengan judul **“SISTEM PENDETEKSI JATUH BERBASIS SENSOR GYROSCOPE DAN SENSOR ACCELEROMETER MENGGUNAKAN BACKPROPAGATION ”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 1 Juni 2017


Adlian Jefiza

NRP. 2215205009

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **SISTEM PENDETEKSI JATUH BERBASIS SENSOR GYROSCOPE DAN SENSOR ACCELEROMETER MENGGUNAKAN BACKPROPAGATION**

Nama mahasiswa : Adlian Jefiza  
NRP : 2215205009  
Pembimbing : 1. Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.  
2. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng.

## **ABSTRAK**

Terjatuh merupakan aspek eksternal yang bisa mengakibatkan kematian pada lansia. Dengan banyaknya kegiatan yang bisa mereka kerjakan berakibat meningkatnya kemungkinan terjatuh. Sebuah perangkat pendeteksi terjatuh dirancang untuk meminimalisir risiko pasca terjatuh. Sebuah sensor dengan 3 sumbu accelerometer dan 3 sumbu gyroscope digunakan untuk mendeteksi kegiatan para lansia. Penelitian ini menggunakan metode BackPropagation untuk mengenali gerakan jatuh kedepan, jatuh kesamping, jatuh kebelakang, duduk, tidur, jongkok, naik tangga, turun tangga dan sholat. Total data yang di uji adalah 720 data dari 16 partisipan. Pengenalan gerakan ini berdasarkan 10 variabel inputan dari data sensor accelerometer dan sensor gyroscope. Untuk menghitung akurasi, presisi, sensitifitas dan spesifikasi pada penelitian ini menggunakan persamaan Receiver Operating Characteristic (ROC). Pengenalan gerakan dilakukan sebanyak 3 kali pada iterasi 10.000, 20.000 dan 30.000. Hasil akurasi rata-rata adalah 97.12%.

***Kata Kunci*—Pendeteksi jatuh, Accelerometer, Gyroscope, BackPropagation.**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **FALL DETECTION SISTEM BASED ON GYROSCOPE SENSOR AND ACCELEROMETER SENSOR USING BACKPROPAGATION**

By : Adlian JEfiza  
Student Identity Number : 2215205009  
Supervisor(s) : 1. Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.  
2. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng.

## **ABSTRACT**

Falling is an external aspect that can lead to death in the elderly. With so many activities they can do that will increase the likelihood of falling. A fall detection device is designed to minimize post-fall risk. A sensor with 3 Axis accelerometer and 3 gyroscope Axis is used to detect the activities of elder. This research uses BackPropagation method to recognize falling forward movement, falling aside, falling backward, sitting, sleeping, squatting, up stairs, down stairs and praying. Total data tested is 720 data from 16 participants. The introduction of this movement is based on 10 input variables from the accelerometer sensor data and gyroscope sensor. To calculate the accuracy, precision, sensitivity and specification in this research using Receiver Operating Characteristic (ROC) formula. The introduction of movement is done 3 times at 10.000, 20.000 and 30.000 iterations. The result of average accuracy is 97.12%.

***Keywords:* Fall detection, Accelerometer, Gyroscope, Backpropagation**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Segala puji kehadirat Allah SWT karena hanya dengan rahmat dan hidayah-Nya, penyusunan tesis dengan judul **“SISTEM PENDETEKSI JATUH BERBASIS SENSOR GYROSCOPE DAN SENSOR ACCELEROMETER MENGGUNAKAN BACKPROPAGATION”** ini dapat berjalan dengan lancar dan tepat waktu. Tesis ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik (MT) pada Bidang Keahlian Jaringan Cerdas Multimedia, Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.

Penulis memahami bahwa penyusunan tesis ini tidak lepas dari bantuan dari banyak pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu proses penyusunan tesis ini, diantaranya:

1. Bapak Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT dan Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng. selaku pembimbing I dan pembimbing 2 yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberi motivasi, masukan dan bimbingan yang sangat berguna kepada penulis.
2. Bapak Arief Kurniawan, ST., MT. selaku dosen pembantu yang selalu memberikan arahan dan masukan, bantuan bapak Arief sangat membantu dalam penelitian ini.
3. Bapak Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T, M.T., selaku koordinator bidang keahlian Jaringan Cerdas Multimedia Program Studi Teknik Elektro.
4. Bapak Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Suprpto, M.Sc., Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT dan ibu Dr. Diah Puspito Wulandari, ST., M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik dalam tesis ini.
5. Bapak/Ibu dosen pengajar di Program Studi Teknik Elektro, bidang keahlian Jaringan Cerdas Multimedia.
6. Ayah Drs. Joni Yandri dan Ibu Yeli Efiza atas motivasi dan doa-doanya yang selalu menyertai saya dalam setiap langkah, serta Adila Jefiza dan Iqbal Jefiza, yaitu adik dan kakak tercinta yang selalu memotivasi dan mendukung saya.

7. Vika Octaviani yang selalu menemani, mendukung, memotivasi, mendoakan dan sebagai teman berbagi keluh kesah selama saya menempuh pendidikan magister di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
8. Teman-teman seperjuangan JCM 2015 Ganjil yang telah mendukung dan mendoakan.
9. Semua rekan-rekan mahasiswa S2 Teknik Elektro bidang keahlian Jaringan Cerdas Multimedia, Gametech, dan Telematika, CIO, Pengaturan, Sistem Tenaga atas diskusi, dukungan, semangat, dan doa.
10. Semua rekan-rekan dan adik-adik S1 anggota Lab B401 yang telah banyak mendukung saya dalam menyelesaikan tesis ini.
11. Teman-teman Telekomunikasi yang selalu menemani begadang dan berbagi keluh kesah.
12. Untuk para naracoba pada penelitian ini yang sudah sangat membantu saya dalam pengambilan data tesis.
13. Semua pihak yang telah banyak membantu proses penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan tesis ini. Saran dan kritik yang membangun dari para pembaca sangat penulis hargai agar dapat dilakukan perbaikan di waktu yang akan datang. Selain itu, penulis mengharapkan akan ada mahasiswa lain yang akan melanjutkan penelitian ini sehingga didapatkan hasil yang lebih bagus lagi.

Surabaya, 10 Juli 2017

Penulis,

Adlian Jefiza

NRP. 2215205009

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT .....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xix
NOMENKLATUR .....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Tujuan.....	3
1.4    Batasan Masalah.....	3
1.5    Kontribusi.....	3
1.6    Metodologi Penelitian .....	3
1.7    Penelitian Terkait .....	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA .....	7
2.1    Jatuh pada Lansia .....	7
2.2    Sensor Gyroscope.....	9
2.3    Sensor Accelerometer .....	10
2.4    Sistem Tertanam.....	11
2.5    Artificial Neural Network (ANN) .....	11
2.6    Metode Backpropagation .....	12
2.7    Fungsi Aktivasi .....	13
2.8    Receiver Operating Characteristics (ROC) .....	15
BAB 3 PERANCANGAN ALAT .....	19
3.1    Perancangan Perangkat Pendeteksi Jatuh.....	19
3.1.1    Desain Perangkat.....	19
3.1.2    Posisi Sensor .....	21
3.1.3    Kalibrasi Sensor MPU6050.....	22

3.1.4	Percobaan Alat Pendeteksi Jatuh.....	24
3.1.5	Perhitungan Selisih.....	25
3.2	Pengujian Perangkat Pendeteksi Jatuh .....	26
3.2.1	Pengujian Posisi Diam .....	26
3.2.2	Pengujian Posisi Duduk .....	27
3.2.3	Pengujian Posis Berdiri .....	28
3.2.4	Pengujian Posisi Tidur .....	29
3.2.5	Pengujian Posisi Miring Kekanan .....	30
3.2.6	Pengujian Posisi Miring Kekiri .....	31
3.2.7	Pengujian Posisi Rukuk.....	33
<b>BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>37</b>
4.1	Pengujian Alat .....	37
4.1.1	Akuisisi Data .....	38
4.1.2	Normalisasi.....	39
4.1.3	Ekstraksi fitur .....	41
4.1.4	Transformasi.....	43
4.1.5	BackPropagation Neural Network .....	44
4.1.6	Perhitungan Error .....	46
4.2	Percobaan Gerakan.....	47
4.2.1	Pemasangan alat .....	47
4.2.2	Gerakan Jatuh Kedepan.....	48
4.2.1	Gerakan jatuh kesamping .....	48
4.2.2	Gerakan Jatuh kebelakang.....	49
4.2.3	Gerakan Duduk .....	50
4.2.4	Gerakan Tidur .....	50
4.2.5	Gerakan Jongkok.....	51
4.2.6	Gerakan Naik Tangga.....	52
4.2.7	Gerakan Turun Tangga.....	53
4.2.8	Gerakan Sholat .....	53
<b>BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>57</b>
5.1	Pengambilan Data .....	57
5.1.1	Gerakan Jatuh Kedepan.....	57

5.1.2	Gerakan Jatuh Kesamping.....	59
5.1.3	Gerakan Jatuh Kebelakang.....	60
5.1.4	Gerakan Duduk .....	61
5.1.5	Gerakan Tidur .....	63
5.1.6	Gerakan Jongkok.....	64
5.1.7	Gerakan Naik Tangga.....	65
5.1.8	Gerakan Turun Tangga.....	67
5.1.9	Gerakan Sholat .....	68
5.2	Hasil Backpropagation .....	72
BAB 6 PENUTUP .....		79
6.1	Kesimpulan.....	79
6.2	Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....		81
LAMPIRAN 1 .....		83
LAMPIRAN 2 .....		85

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arah Sumbu Sensor Gyroscope.....	9
Gambar 2.2 Arah Sumbu Sensor Accelerometer.....	10
Gambar 2.3 Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner(Leung, 2008).....	14
Gambar 2.4 Fungsi Aktivasi Sigmoid bipolar (Leung, 2008).....	15
Gambar 3.1 Blok perangkat pendeteksi jatuh.....	19
Gambar 3.2 Komponen perangkat pendeteksi jatuh.....	20
Gambar 3.3 Hasil perakitan komponen Pendeteksi Jatuh .....	20
Gambar 3.4 Posisi sensor dan komponen pendeteksi jatuh.....	21
Gambar 3.5 Arah sumbu sensor Accelerometer.....	22
Gambar 3.6 Sumbu Accelerometer dan arah gravitasi bumi (Kurniawan et al., 2016)..	25
Gambar 3.7 Pengujian posisi duduk.....	27
Gambar 3.8 Pengujian posisi berdiri .....	28
Gambar 3.9 Pengujian posisi tidur .....	29
Gambar 3.10 Pengujian posisi miring kekanan .....	30
Gambar 3.11 Gerakan pengujian gerakan miring kekiri .....	32
Gambar 3.12 Gerakan pengujian gerakan rukuk .....	33
Gambar 3.13 Rekapitulasi Selisih Pengujian Perangkat .....	35
Gambar 4.1 Blok Diagram Penelitian.....	37
Gambar 4.2 Normalisasi menjadikan 100 data, (a) Data awal; (b) data setelah dinormalisasi.....	39
Gambar 4.3 Normalisasi 100 data menjadi 50 data, (a) data awal; (b) data setelah normalisasi.....	41
Gambar 4.4 Contoh Hasil Transformasi, (a) data sebelum ditransformasi;(b) data sesudah ditransformasi dalam range (0-1).....	44
Gambar 4.5 Struktur Backpropagation .....	45
Gambar 4.6 Pemasangan alat pada partisipan .....	47
Gambar 4.7 Gerakan Jatuh Kedepan .....	48
Gambar 4.8 Gerakan Jatuh Kesamping .....	49
Gambar 4.9 Gerakan Jatuh Kebelakang .....	49
Gambar 4.10 Gerakan Duduk.....	50
Gambar 4.11 Gerakan Tidur.....	51
Gambar 4.12 Gerakan Jongkok .....	51
Gambar 4.13 Gerakan Naik Tangga .....	52
Gambar 4.14 Gerakan Turun Tangga .....	53
Gambar 4.15 Gerakan Rukuk dalam Sholat .....	54
Gambar 4.16 Gerakan Iktidal ke Sujud .....	55
Gambar 4.17 Gerakan Sujud .....	55
Gambar 5.1 Grafik nilai Sum Vector pada gerakan jatuh kedepan .....	58
Gambar 5.2 Grafik nilai Sum Vector pada gerakan jatuh kesamping .....	59
Gambar 5.3 Grafik nilai Sum Vector accelerometer pada gerakan jatuh kebelakang....	60

Gambar 5.4 Grafik nilai Sum Vector accelerometer pada posisi duduk .....	62
Gambar 5.5 Grafik nilai Sum Vector accelerometer pada posisi tidur.....	63
Gambar 5.6 Grafik nilai Sum Vector Accelerometer pada posisi jongkok.....	64
Gambar 5.7 Grafik nilai Sum Vector pada gerakan naik tangga.....	66
Gambar 5.8 Grafik nilai Sum Vector accelerometer .....	67
Gambar 5.9 Fitur rata-rata nilai Sum Vector pada posisi rukuk.....	68
Gambar 5.10 Fitur maksimum gerakan iktidal ke sujud .....	70
Gambar 5.11 Fitur rata-rata variabel Sum Vector pada posisi sujud.....	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelitian Terkait.....	4
Tabel 3.1 Range dan skala MPU6050 (Vora et al., n.d.).....	23
Tabel 3.2 Hasil Pengujian digerakan Diam .....	26
Tabel 3.3 Hasil pengujian gerakan duduk .....	27
Tabel 3.4 Hasil pengujian posisi berdiri .....	29
Tabel 3.5 Hasil pengujian posisi tidur .....	30
Tabel 3.6 Hasil pengujian gerakan miring kekanan .....	31
Tabel 3.7 Hasil pengujian gerakan miring ke kiri .....	32
Tabel 3.8 Hasil pengujian gerakan rukuk .....	34
Tabel 4.1 Jumlah data dan waktu normalisasi .....	40
Tabel 5.1 Fitur Gerakan Jatuh Kedepan .....	58
Tabel 5.2 Fitur Gerakan Jatuh Kesamping .....	60
Tabel 5.3 Fitur Gerakan Jatuh Kebelakang .....	61
Tabel 5.4 Fitur posisi duduk .....	62
Tabel 5.5 Fitur rata-rata diposisi tidur .....	64
Tabel 5.6 Fitur rata-rata diposisi jongkok .....	65
Tabel 5.7 Fitur Gerakan Naik Tangga .....	66
Tabel 5.8 Fitur Gerakan Turun Tangga .....	67
Tabel 5.9 Fitur Gerakan Rukuk dalam Sholat .....	69
Tabel 5.10 Fitur Perpindahan dari Iktidal ke Sujud.....	70
Tabel 5.11 Nilai fitur posisi sujud selama 1 detik .....	72
Tabel 5.12 Tabel Akurasi Backpropagation dengan Iterasi 10.000 epoch .....	73
Tabel 5.13 Tabel Akurasi Backpropagation dengan Iterasi 20.000 epoch .....	74
Tabel 5.14 Akurasi Backpropagation pada iterasi 30.000 epoch .....	75
Tabel 5.15 Tabel ROC Backpropagation pada iterasi 30.000 epoch.....	75
Tabel 5.16 Perhitungan ROC pada 3 kali pengujian .....	76
Tabel 5.17 Akurasi Backpropagation .....	76
Tabel 5.18 Tabel ROC.....	77
Tabel 5.19 Tabel Akurasi, Presisi, Sensitivitas dan Spesifikasi .....	77

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## NOMENKLATUR

$G$	= Gravitasi
$A_x$	= Sumbu X pada Accelerometer
$A_y$	= Sumbu Y pada Accelerometer
$A_z$	= Sumbu Z pada Accelerometer
$SV$	= Sum Vector
$G_x$	= Sumbu X pada Gyroscope
$G_y$	= Sumbu Y pada Gyroscope
$G_z$	= Sumbu Z pada Gyroscope
$ar_x$	= Pitch/ Kemiringan pada sumbu x Accelerometer
$ar_y$	= Roll / Kemiringan pada sumbu y Accelerometer
$ar_z$	= Yaw / Kemiringan pada sumbu z Accelerometer
$MSE$	= <i>Mean Square Error</i>
$T$	= Error yang terjadi saat iterasi
$Y_m$	= Nilai output yang diperoleh
$M$	= Jumlah data training
$N_b$	= Nilai baru
$nl$	= nilai lama
$nab$	= nilai maksimum
$nbb$	= nilai minimum
$SSE$	= <i>Sum Square Error</i>
$N$	= Jumlah data
$in$	= Nilai input
$v$	= Hasil kali fitur dengan bobot masing-masing
$r$	= Jumlah fitur data masukan
$x_i$	= nilai vektor
$w_w$	= bobot vector
$w_{ij}$	= bobot input-hiden layer
$w_{jk}$	= bobot hidden layer-output
$i$	= Neuron masukan

$j$	= Hidden layer
$k$	= Output layer
$y_{dk}$	= Nilai keluaran yang menjadi target neuron k
$y_{kp}$	= Nilai keluaran nyata yang didapat pada neuron k
$\delta(p)$	= Gradien error
$\eta$	= Laju Pembelajaran
$n$	= Jumlah Epoch
$dat$	= Data inputan
$f(in)$	= fungsi aktivasi
$in$	= nilai input
$e$	= bilangan euler (2.71828)
$\sigma^n$	= neuron
$TP$	= <i>true positive</i> ,
$FN$	= <i>false negative</i> ,
$FP$	= <i>false positive</i> ,
$TN$	= <i>true negative</i>

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Angka pertumbuhan para lansia di Indonesia setiap tahun semakin meningkat. World Health Organization (WHO) melaporkan persentase penduduk lansia tahun 2008, 2009 dan 2012 telah mencapai di atas 7% dari total keseluruhan penduduk (Pangulu, 2015). Dalam kurun 1990-2025 tercatat pertumbuhan jumlah penduduk lanjut usia (lansia) di Indonesia sebagai pertumbuhan yang paling pesat di dunia. Terhitung jumlah peningkatan penduduk lanjut usia sebanyak 400% yang merupakan angka tertinggi di dunia. Dewasa ini, angka harapan hidup di Indonesia mencapai usia 65 tahun. Ditakutkan pada tahun mendatang akan semakin turun seiring dengan tingginya tingkat pertumbuhan para lansia.

Pertumbuhan para lansia tidak bisa dihindari, begitupula dengan masalah kesehatan yang dialami oleh lansia. Penurunan fisik menjadi salah satu faktor yang sering terjadi. Hal tersebut membutuhkan pengawasan agar lansia terhindar dari penyakit tua, salah satunya jatuh. Jatuh pada lansia sangat beresiko, akibat yang paling sering dari terjatuh pada lansia adalah kerusakan bagian tertentu dari tubuh yang mengakibatkan rasa sakit, patah tulang dan cedera pada kepala. Terjatuh menyebabkan lansia sangat membatasi pergerakannya. Walaupun sebagian lansia yang terjatuh tidak sampai menyebabkan kematian atau gangguan fisik yang berat, tetapi kejadian ini haruslah dianggap bukan merupakan peristiwa yang ringan, sehingga dibutuhkan pengawasan yang intensif.

Pada umumnya, pengawasan para lansia dilakukan oleh pihak keluarga. Dalam proses merawat dan mengawasi lansia berlangsung selama 24 jam. Namun cara ini membutuhkan waktu, biaya, dan tenaga. Setiap anggota keluarga tidak bisa terlalu fokus dalam hal mengawasi lansia selama 24 jam karena mempunyai kepentingan lain. Hal ini menjadikan pengawasan oleh keluarga ini dianggap kurang efektif. Berdasarkan permasalahan tersebut, dikembangkanlah sebuah

perangkat monitoring. Prinsip kerja dari perangkat ini dinilai lebih efektif dan efisien karena mampu melakukan pengawasan selama 24 jam.

Perancangan sistem pengawasan ini telah dikembangkan sejak dahulu, menggunakan sensor, kamera, wireless ataupun menggunakan smartphone. Berbagai perangkat telah banyak diusulkan oleh para peneliti. Dari beberapa penelitian sebelumnya, deteksi jatuh menggunakan accelerometer dan gyroscope pada smartphone (Rakhman et al., 2014). Dari percobaan yang telah dilakukan sebelumnya, nilai persentase kegagalan dalam percobaan terjatuh sebanyak 6,67%, sedangkan pada tes kegiatan sehari-hari persentase kegagalannya adalah 3,81%. Pada penelitian sebelumnya hanya menganalisis gerakan kegiatan sehari-hari seperti duduk, berdiri, berlari, tidur dan gerakan jatuh.

Pada penelitian sebelumnya belum melakukan percobaan pada gerakan sholat. Gerakan sholat dijadikan sebagai gerakan tambahan dalam penelitian ini karena gerakan sholat bisa menyerupai gerakan jatuh (Mohamed et al., 2015). Dari gerakan sholat akan diambil beberapa gerakan yang akan diujikan sebagai pembaharuan pada penelitian ini. Gerakan itu diantaranya posisi rukuk, perpindahan I'tidal ke sudut dan posisi sujud. Masih banyaknya kekurangan dari penelitian sebelumnya, sehingga diperlukan pembaharuan dan pengembangan perangkat agar mendapatkan hasil pengawasan yang akurat. Pada penelitian ini, diusulkan untuk pengenalan gerakan jatuh atau tidaknya para lansia yang akurat berbasis sensor gyroscope dan sensor Accelerometer menggunakan Backpropagation.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, nilai akurasi perangkat pendeteksi jatuh menggunakan sensor Accelerometer dan sensor Gyroscope mendapatkan persentase kegagalan sebesar 6,67% pada percobaan gerakan jatuh dan 3.81% pada kegiatan sehari-hari. Selain itu, pada percobaan perangkat pendeteksi jatuh belum diusulkan praktek gerakan sholat. Pada penelitian sebelumnya, pengenalan pola gerakan menggunakan algoritma thresholding untuk pendeteksi jatuh atau tidaknya lansia. Penggunaan algoritma thresholding ini dianggap belum maksimal, karena hanya dapat mengenali dua kondisi saja, terjatuh atau tidak terjatuh.

### **1.3 Tujuan**

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan pada latar belakang dan telah dirumuskan pada rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan meningkatkan akurasi dalam pengenalan dan klasifikasi gerakan jatuh atau tidak berbasis sensor Accelerometer dan Gyroscope menggunakan metode Backpropagation.

### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi penggunaan sensor accelerometer dan gyroscope untuk pendeteksi gerakan jatuh atau tidak dengan menggunakan Backpropagation. Pada penelitian ini terdapat sembilan gerakan yang di uji, yaitu jatuh ke depan, jatuh ke belakang, jatuh ke samping, duduk, jongkok, tidur, naik tangga, tangga dan sholat. Perangkat dicobakan pada 16 partisipan yang terdiri dari 13 laki-laki dan 3 perempuan.

### **1.5 Kontribusi**

Dari hasil penelitian ini dapat digunakan di rumah sakit ataupun panti jompo. Pemanfaatan sistem monitoring dapat diterapkan untuk pengawasan jatuh atau tidaknya serta terhadap kegiatan sehari-hari para lansia. Diharapkan perangkat sistem pendeteksi ini dapat mendeteksi apakah seorang lansia terjatuh atau tidak dengan akurasi yang tinggi.

### **1.6 Metodologi Penelitian**

Pada penelitian ini ada beberapa tahapan penelitian yang dilakukan, yang pertama perancangan perangkat keras yang meliputi perakitan komponen, pembuatan box dan kalibrasi sensor. Setelah perangkat di rakit, harus terlebih dahulu divalidasikan apakah sudah mendapatkan nilai yang sesuai yang diinginkan. Proses validasi membutuhkan perangkat smartphone yang terdapat sensor accelerometer. Tahapan kedua yaitu percobaan alat yang terdiri dari akuisisi data, normalisasi, ekstraksi fitur, pengenalan dengan backpropagation dan perhitungan error. Selain kedua tahapan tersebut, juga terdapat pengenalan gerakan. Pada penelitian ini terdapat 9 gerakan yang akan dicobakan, yaitu jatuh ke depan, jatuh ke samping, jatuh ke belakang, duduk, tidur, jongkok, naik tangga,

turun tangga dan sholat. Sholat menjadi pembaharuan dalam penelitian ini karena pada penelitian sebelumnya belum ada yang melakukan percobaan terhadap gerakan sholat.

### 1.7 Penelitian Terkait

Penelitian ini berdasarkan pada penelitian sebelumnya yang dijelaskan pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Penelitian Terkait

No	Judul & Penulis	Sumber Data	Metode	Kekurangan
1.	Improving Fall Detection By The Use Of Depth Sensor And Accelerometer (Kwolek and Kepski, 2015)  Bogdan Kwolek, Michal Kepski	Menggunakan depth sensor dan accelerometer	Grafik sinyal accelerometer menggunakan Inertial Measurement Unit  Depth map diakuisisi oleh sensor kineck	Penggunaan kineck terbatas dalam radius cakupan, tidak bisa digunakan dalam ruangan yang besar
2.	An Unsuper-Vised Acoustic Fall Detection Sistem Using Source Separation For Sound Interference Suppression (Salman Khan et al., 2015)  Muhammad Salman Khan, Miao Yu, Pengming Feng, Liang Wang  Jonathon Chambers	Menggunakan cara pengumpulan sinyal akustik dari setiap langkah kaki untuk membedakan posisi jatuh atau tidak  Sinyal footsteps diproses menggunakan teknik pemisah sumber dan SVM	Sinyal diperoleh dengan microphone dikonversi ke digital menggunakan Firepod microphone preamplifier.  Pengolahan data menggunakan SVM	Membutuhkan banyak microphone untuk memonitoring orang tua yang tinggal dirumah dengan jumlah ruangan yang banyak.  Tidak efektif jika digunakan pada rumah yang dibangun dari kayu karena sensitifitas yang terlalu tinggi.

Sambungan Tabel 1.1

3.	<p>Fall Detection By Using K-Nearest Neighbor Algoritm On Wsn Data</p> <p>Senol Zafer Erdogan, Turgay Turgay Bilgin, Juphil Cho</p>	<p>Menggunakan MTS310CB, dimana terdapat dual Axis accelerometer, dual Axis magnetometer,</p>	<p>Data dari sensor diproses menggunakan algoritma lazy learner dan k-nearest neighbor algoritma</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paper ini tidak menjelaskan penggunaan sesor apa.</li> <li>- Hanya menganalisis data disaat jatuh, bangun dan berjalan normal, tidak menjelaskan dalam kondisi melakukan aktifitas lainnya yang bisa menyebabkan wrong alarm</li> </ul>
4.	<p>Depth-Based Human Fall Detection Via Shape Features And Improved Extreme Learning Machine (Ma et al., 2014)</p> <p>Xin Ma, Haibo Wang, Bingxia Xue, Mingang Zhou, Bing Ji, And Yibin Li.</p>	<p>Menggunakan depth kamera untuk membedakan jatuh dengan kegiatan sehari-hari</p>	<p>Berupa video jatuh yang di proses yang diambil dari kamera kineck, diambil kelengkungan skala (CSS), menggunakan model ELM untuk klasifikasi jatuh. Untuk menghilangkan sensitifitas ELM, digunakan algoritma variable-length particle swarm optimization (VPSO)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lokasi pengambilan video yang tidak dikondisikan seperti ruangan biasa.</li> <li>- Penggunaan kineck hanya bisa digunakan untuk satu ruangan saja.</li> <li>- Butuh banyak kineck jika ingin memonitoring orang tua pada sebuah rumah yang memiliki banyak ruangan.</li> </ul>

Sambungan Tabel 1.1

5.	<p>Fall Detection Sistem Using Accelerometer And Gyroscope Based On Smartphone (Rakhman et al., 2014)</p> <p>Arkham Zahri Rakhman , Lukito Edi Nugroho , Widyawan , Kurnianingsih</p>	<p>Menggunakan sensor gyro dan accelerometer yang tertanam pada smartphone</p>	<p>Sinyal diproses menggunakan sebuah accerelasi linear x, y, z Axis yang dilambangkan Ax, Ay, Ax. Sedangkan untuk gyroskop dilambangkan Gx, Gy, Gz</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Smartphone yang hanya diletakkan di saku, jika smartphone terjatuh, akan memberikan informasi palsu.</li> <li>- Masih terjadi wrong alarm disaat melakukan kegiatan sehari-hari</li> <li>- Belum ada diteliti jika pasien sedang sholat</li> </ul>
----	---	--	---	---

Berdasarkan Tabel 1.1, penelitian ini berkaitan dengan lima buah penelitian sebelumnya. Penelitian tersebut masih memiliki kekurangan dari segi metode, fitur dan gerakan pengujian. Umumnya pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan metode threshold untuk klasifikasi terjatuh atau tidak. Sedangkan untuk gerakan yang diujikan belum ada yang mencoba gerakan sholat.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Jatuh pada Lansia**

Proses menua merupakan proses yang terjadi secara alamiah dan terjadi secara terus menerus pada setiap manusia. Tidak dapat dipungkiri setiap waktu yang berlalu setiap manusia akan terus menuju proses penuaan yang bisa disebut sebagai lansia. Undang-Undang Nomor 13 Tahun 1998 menjelaskan bahwa, lanjut usia (Lansia) adalah seseorang yang mencapai usia 60 tahun. Pada tahap penuaan ini juga diiringi dengan proses menurunnya fisik, mental dan sosial sehingga untuk melakukan rutinitas sehari-hari jadi terkendala. Perubahan pada diri para lansia ini salah satunya berhubungan dengan resiko jatuh. Jatuh merupakan meluncur kebawah dengan kecepatan tertentu karena adanya pengaruh gravitasi bumi. Tiga faktor penyebab besarnya kemungkinan resiko jatuh lansia berdasarkan penurunan fisik (Ozcan et al., 2005) yaitu :

##### **2.1.1. Sistem Indera**

Perubahan spesifik sistem indera pada para lansia terjadi pada penglihatan dan pendengaran. Pada sistem penglihatan dimana lensa mata kehilangan elastisitas dan kaku. Otot penyangga lensa melemah dan ketajaman penglihatan dan akomodasi jarak jauh atau dekat jadi berkurang sehingga mengharuskan para lansia menggunakan kacamata. Sedangkan pada sistem pendengaran terjadi gangguan karena hilangnya kemampuan mendengar pada telinga dalam, khususnya pada bunyi atau nada yang tinggi, suara yang didengar jadi tidak jelas dan susah untuk mengerti, 50% terjadi pada usia diatas 60 tahun. Penurunan sistem indera ini akan meningkatkan kemungkinan untuk terjatuh.

##### **2.1.2. Sistem muskulosketel**

Perubahan sistem muskulosketel pada lansia berkaitan dengan beberapa bagian yaitu jaringan penghubung (kolagen dan elastin), jaringan kartilago, tulang, otot, dan sendi. Faktor ini sangat berperan besar terjadinya jatuh pada lansia. Gangguan pada muskulosketel akan menyebabkan gangguan pada gaya

berjalan, dikarenakan kekakuan jaringan penghubung, berkurangnya massa otot, melambatnya konduksi saraf dan penurunan visus/lapang pandang. Hal ini akan mengakibatkan penurunan *range of motion (ROM)* sendi, penurunan kekuatan otot, perpanjangan waktu reaksi, dan goyangan badan. Semua perubahan tersebut mengakibatkan kelambatan gerak, langkah yang pendek-pendek, penurunan irama, kaki tidak menapak dengan kuat, dan cenderung mudah goyah, susah atau lamban mengantisipasi bila terjadi gangguan seperti terpeleset, tersandung, atau kejadian yang tiba-tiba dan bisa mengakibatkan terjatuh.

### 2.1.3. Sistem saraf

Susunan saraf mengalami perubahan anatomi dimana terjadi penurunan koordinasi dan kemampuan untuk melakukan aktifitas sehari-hari. Proses penuaan ini menyebabkan penurunan persepsi sensorik dan respon motorik pada susunan saraf pusat.

Dengan tiga faktor yang sangat riskan terjadi pada lansia ini memiliki tingkat kemungkinan terjatuh sangat besar. Terjatuh pada lansia akan berakibat fatal karena akan mengalami berbagai jenis cedera, kerusakan fisik dan psikologi. Kerusakan yang paling parah pada fisik adalah patah tulang panggul. Namun terjadinya kerusakan pada bagian tubuh lain juga memiliki kemungkinan yang cukup besar. Selain pada fisik, pada psikologi juga akan terpengaruhi dimana biasanya para lansia akan syok setelah jatuh dan rasa takut akan jatuh lagi. Lebih tragis lagi jika terjadi komplikasi terhadap luka akibat rusaknya jaringan lunak dan disabilitas dikarenakan penurunan mobilitas.

Dampak yang begitu besar terjadinya jatuh pada lansia ini diperlukan pengawasan yang mumpuni untuk meminimalisir terjadinya jatuh pada lansia. Pengawasan ini bisa dilakukan secara manual maupun secara otomatis dengan menggunakan perangkat elektronik yang canggih. Pengawasan manual dilakukan dengan mengikuti secara langsung kegiatan keseharian para lansia yang biasa dilakukan oleh keluarga lansia ataupun petugas panti jompo. Pengawasan manual ini dianggap tidak efektif dikarenakan pengawasan yang real time mengharuskan para pengawas selalu mengawasi ekstra, sedangkan kebutuhan dan kegiatan pengawas juga banyak. Oleh karena itu, pengawasan otomatis menggunakan

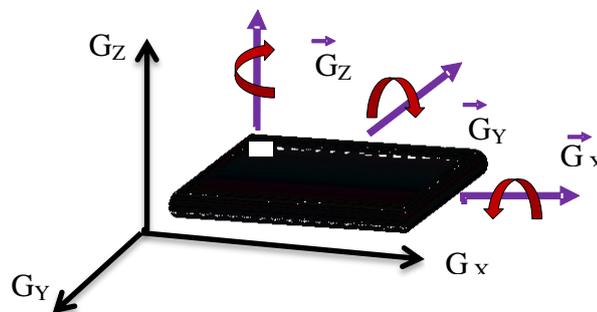
perangkat yang canggih dengan akurasi pendeteksian yang tinggi dianggap lebih efektif dalam pengawasan para lansia tersebut

## 2.2 Sensor Gyroscope

Sebagai pengenalan, Giroskop adalah perangkat untuk mengukur atau mempertahankan orientasi, dengan prinsip ketetapan momentum sudut. Mekanismenya adalah sebuah roda berputar dengan piringan didalamnya yang tetap stabil. Gyroscope adalah berupa sensor gyro untuk menentukan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda atau cakram yang berotasi dengan cepat pada sumbu. Gyro sensor bisa mendeteksi gerakan sesuai gravitasi, atau dengan kata lain mendeteksi gerakan pengguna.

Sebuah gyroscope beroperasi dengan kebebasan terhadap tiga sumbu. Pada Gambar 2.1 menjelaskan bahwa gyroscope memiliki keluaran berupa kecepatan sudut dari arah 3 sumbu yaitu: sumbu x yang akan menjadi sudut  $\phi$  (kanan dan kiri) dari sumbu y menjadi sudut  $\theta$  (atas dan bawah), dan sumbu z menjadi sudut  $\psi$  (depan dan belakang). Nilai sudut yang dihasilkan akan disesuaikan dengan perubahan gerakan pada sudut tertentu. Dalam penelitian ini akan menganalisis dari pergerakan para lansia yang berbeda, sehingga menghasilkan *return value* yang berbeda pula sesuai dengan aktifitas yang dilakukannya. Activity Recognition adalah teknik yang dilakukan untuk mendeteksi aktifitas para lansia.

Sebelum digunakan, sensor gyroscope terlebih dahulu dilakukan proses kalibrasi dengan menggunakan bandul. Proses kalibrasi tersebut berfungsi untuk memperoleh nilai faktor kalibrasi.



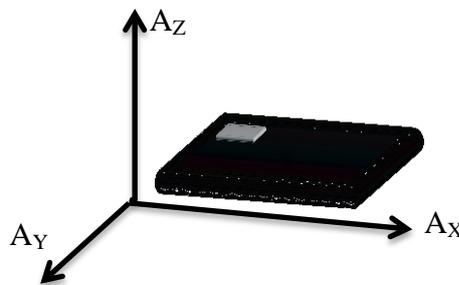
Gambar 2.1 Arah Sumbu Sensor Gyroscope

Ketika gyroscope berotasi searah jarum jam pada satu sumbu, maka keluaran tegangannya akan menjadi mengecil. Sedangkan jika berotasi berlawanan arah jarum jam, maka keluaran tegangannya menjadi tinggi. Perubahan nilai tegangan tersebut tergantung kepada kecepatan rotasi gyroscope.

### 2.3 Sensor Accelerometer

Sesuai namanya, sensor akselerometer adalah perangkat untuk mengukur akselerasi atau disebut juga dengan percepatan. Percepatan merupakan perubahan kecepatan terhadap waktu tertentu. Kecepatan yang berubah tersebut bisa semakin cepat maupun semakin lambat. Percepatan memiliki besaran dan arah, sehingga percepatan adalah besaran vektor (Rakhman et al., 2014). Akselerometer saat ini adalah perangkat elektromekanis yang dapat mengukur percepatan statis dan linear/dinamis. Semua benda di bumi secara natural dipengaruhi oleh percepatan statis sehingga selalu ditarik ke titik pusat bumi. Nilai percepatan statis tersebut selalu tetap yaitu sebesar  $G$  ( $1 G = 9,80665 \text{ m/s}^2$ ). Sedangkan percepatan linear adalah percepatan benda ketika bergerak. Contohnya, percepatan bola yang ditendang atau mobil yang sedang melaju di jalan.

Dengan memanfaatkan percepatan statis, sensor akselerometer dapat digunakan untuk mendeteksi kemiringan. Pengubahan mode landscape dan portrait pada layar smartphone juga memanfaatkan akselerometer. Sedangkan pada percepatan linear, sensor pada aplikasinya dapat digunakan sebagai bagian dari peralatan navigasi. Saat ini terdapat 3 macam sensor akselerometer, 1 sumbu, 2 sumbu (x-y), dan 3 Sumbu (x-y-z). Pada Gambar 2.2 merupakan pembagian 3 sumbu (x-y-z)



Gambar 2.2 Arah Sumbu Sensor Accelerometer

Ketika sensor diletakkan pada bidang datar, nilai  $z$  yang dibaca sensor adalah  $-1G$ . Nilai minus ini dikarenakan berlawanan dengan arah gravitasi

1. Sumbu  $x$  merupakan sumbu dengan arah longitudinal atau menghadap ke depan. Pada orientasi seperti Gambar 2.2, nilai yang dibaca sumbu sensor ini adalah 0. nilai tersebut akan bertambah jika sensor digerakkan ke depan, dan menjadi minus ketika digerakkan berlawanan arah sumbu.
2. Sumbu  $y$  merupakan sumbu pada arah lateral atau berada di sisi kanan dan kiri permukaan sumbu  $x-z$ . Seperti sumbu  $x$ , sumbu  $y$  akan memiliki nilai positif maupun negatif ketika digerakkan sesuai sumbunya.

#### **2.4 Sistem Tertanam**

Sistem tertanam (*Embedded Sistem*) adalah sebuah sistem komputasi informasi yang ditujukan untuk suatu pekerjaan tertentu dan memiliki ukuran yang relatif lebih kecil, karena sistemnya hanya menangani tujuan yang spesifik, sistem tertanam dapat digunakan untuk komputasi yang mendekati *real-time*. Sistem tertanam dibangun dengan mikrokontroler atau mikroprosesor. Sistem tertanam mayoritas ditanamkan pada sistem lain yang lebih besar sehingga dapat menjalankan pekerjaan spesifik pada sistem tersebut.

Dalam pembuatannya, sistem tertanam dapat dibuat untuk berbagai macam skala operasi. Skala tersebut adalah skala kecil, skala menengah, dan skala besar. Terdapat empat jenis kategori sistem tertanam, yaitu sistem tertanam untuk tujuan umum, untuk komunikasi, untuk pengaturan, dan untuk pemrosesan sinyal.

#### **2.5 Artificial Neural Network (ANN)**

Artificial Neural Network (ANN) adalah jaringan dari sekelompok unit pemroses kecil yang dimodelkan berdasarkan jaringan syaraf manusia. ANN merupakan sistem adaptif yang dapat mengubah strukturnya untuk memecahkan masalah berdasarkan informasi eksternal maupun internal yang mengalir melalui jaringan tersebut. Secara sederhana, ANN adalah sebuah alat pemodelan data statistik non-linear. ANN juga dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antara input dan output untuk menemukan pola-pola pada data.

ANN menjadi salah satu pilihan ketika perumusan persoalan yang dihadapi tidak bisa diselesaikan secara analitik, dengan mengasumsikan suatu black box

yang kita tidak tahu isinya maka ANN menemukan pola hubungan antara input dan output melalui tahap pelatihan. ANN ditentukan oleh 3 faktor, antara lain:

- a. Pola hubungan antar neuron (arsitektur jaringan)
- b. Metode untuk menentukan bobot penghubung (*training/learning/algorithm*)
- c. Fungsi aktivasi (fungsi transfer)

Arsitektur ANN yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah jaringan layar jamak. Jaringan ini merupakan perluasan dari layar tunggal. Dalam jaringan ini, selain unit input dan output, ada unit-unit lain yang sering disebut layar tersembunyi. Layar tersembunyi ini bisa saja lebih dari satu. Algoritma yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah algoritma backpropagation, sedangkan untuk fungsi aktivasinya adalah fungsi sigmoid biner.

## 2.6 Metode Backpropagation

Arsitektur jaringan syaraf tiruan adalah desain hirarkis yang terdiri dari lapisan atau unit pemrosesan yang saling berhubungan (setiap unit itu sendiri terdiri dari beberapa elemen pemrosesan individual, seperti yang akan dijelaskan di bawah ini) (Hecht-Nielsen and others, 1988) *Backpropagation* adalah salah satu metode dari ANN yang dapat diaplikasikan dengan baik dalam bidang pengenalan bentuk (*pattern recognition*). *Backpropagation* melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan mengenali pola yang digunakan selama *training* serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa namun tidak sama dengan pola yang dipakai selama pelatihan.

Dalam pelatihan dengan *backpropagation* sama halnya seperti pelatihan pada jaringan syaraf yang lain. Pada jaringan *feedforward* (umpan maju), pelatihan dilakukan dalam rangka perhitungan bobot sehingga pada akhir pelatihan akan diperoleh bobot-bobot yang baik. Selama proses pelatihan, bobot-bobot diatur secara iterative untuk meminimumkan *error* (kesalahan) yang terjadi. Kesalahan dihitung berdasarkan Sum Square Error (SSE). Rata-rata kuadrat kesalahan juga dijadikan dasar perhitungan unjuk kerja fungsi aktivasi. Dimana perhitungan SSE yang biasa digunakan adalah :

1. Kesalahan kuadrat dibagi dengan jumlah komponen keluaran

2. Kesalahan kuadrat total dibagi dengan jumlah data pelatihan  
dimana persamaan yang biasa digunakan adalah persamaa 2.1 :

$$\text{Sum Square Error} = \sum_{dat}^n (T_{dat} - Y_{m_{dat}})^2 \quad (2.1)$$

Dimana ,

$n$  = Jumlah Epoch

$dat$  = Data inputan

$T$  = Error yang terjadi saat iterasi tersebut

$Y_m$  = nilai output yang keluar pada iterasi tersebut

$M$  = jumlah data yang ditraining

Ada 3 fase pelatihan *backpropagation* antara lain :

1. Fase pertama, yaitu *Feed Forward*

Dalam *Feed Forward*, setiap sinyal masukan dipropagasi (dihitung maju) ke layar tersembunyi hingga layar keluaran dengan menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan.

2. Fase kedua, yaitu *Backward*

Kesalahan (selisih antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan) yang terjadi di *Backward* mulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit-unit di layar keluaran.

3. Fase ketiga, yaitu perubahan bobot

Pada fase ini dilakukan modifikasi bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi. Ketiga fase tersebut diulang-ulang terus hingga kondisi penghentian dipenuhi.

Dalam algoritma *backpropagation* ini akan digunakan Salah satu fungsi aktivasi yang sering dipakai yaitu fungsi sigmoid biner yang memiliki range (0,1).

## 2.7 Fungsi Aktivasi

Karakteristik yang harus dimiliki oleh fungsi aktivasi jaringan perambatanbalik antara lain harus kontinyu, terdiferensialkan, dan tidak menurun secara monotonis (*monotonically non-decreasing*). Lebih lanjut, untuk efisiensi komputasi, turunan fungsi tersebut mudah didapatkan dan nilai turunannya dapat dinyatakan dengan fungsi aktivasi itu sendiri.

Fungsi aktivasi pertama adalah *sigmoid* biner atau *sigmoid logistic*, yang memiliki jangkauan nilai [0,1] seperti pada Gambar 2.3 dan didefinisikan sebagai (Sudarsono, 2016):

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{(-\sigma x)}} \quad (2.2)$$

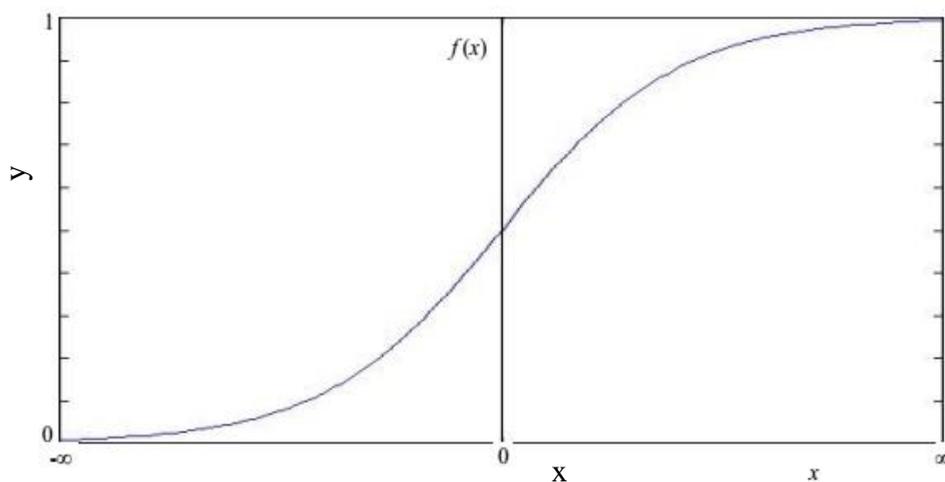
dimana:

$f(x)$  = fungsi aktivasi (y)

$x$  = nilai input

$e$  = bilangan euler (2.71828)

$\sigma$  = neuron



Gambar 2.3 Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner (Leung, 2008)

Pada Gambar 2.3 dijelaskan bahwa nilai y sebagai fungsi aktivasi biner dengan batas nilai 0 sampai 1. Sedangkan pada sumbu x adalah jumlah nilai inputan yang berada besar atau kecil dari 0.

Fungsi aktivasi kedua adalah *sigmoid* bipolar yang memiliki jangkauan nilai [-1,1] seperti pada Gambar 2.4 dan didefinisikan pada persamaan 2.3:

$$f(x) = \frac{2}{1 + e^{(-\sigma x)} - 1} \quad (2.3)$$

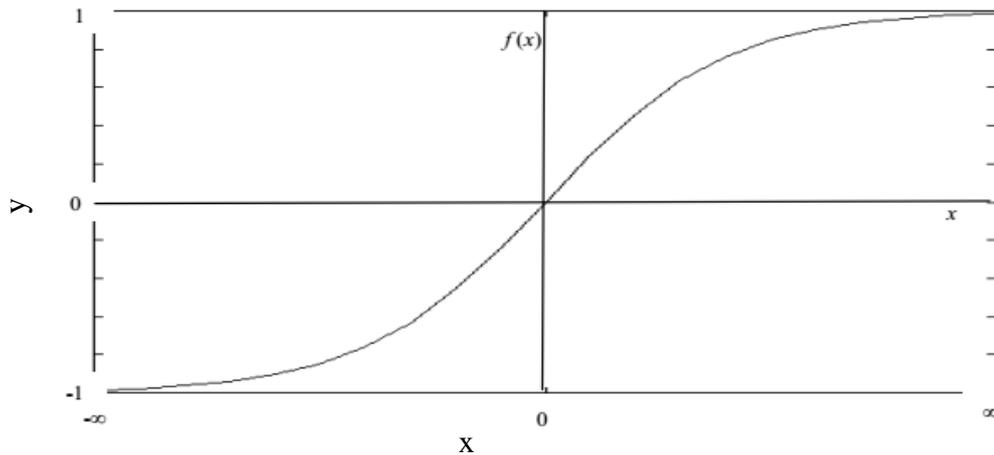
dimana:

$f(x)$  = fungsi aktivasi (y)

$x$  = nilai input

$e$  = bilangan euler (2.71828)

$\sigma x$  = neuron



Gambar 2.4 Fungsi Aktivasi Sigmoid bipolar (Leung, 2008)

Berbeda dengan sigmoid biner, pada Gambar 2.4 menjelaskan pada fungsi aktivasi sigmoid bipolar berada pada range -1 ke 1 yang ditandai dengan sumbu y. Sedangkan untuk sumbu x adalah data yang akan difungsi aktivasi. Jumlah data bisa dari nol sampai tak terhingga.

Pada penelitian ini menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner. Fungsi sigmoid biner memiliki nilai pada range 0 sampai 1. Oleh karena itu, fungsi ini sering digunakan untuk jaringan syaraf yang nilai outputnya antara 0 sampai dengan 1.

## 2.8 Receiver Operating Characteristics (ROC)

Masing-masing hasil percobaan akan diperoleh empat nilai empat nilai, masing-masing adalah *true positive*, *false negative*, *false positive*, dan *true negative*. *True positive* (TP) menunjukkan data yang teridentifikasi terjatuh (V). *False positive* (FP) merupakan data yang seharusnya teridentifikasi dengan tepat pada kelasnya ternyata dalam proses klasifikasi salah dalam mengidentifikasi (Fawcett, 2006). *True negatif* (TN) merupakan data yang bukan anggota kelas tersebut teridentifikasi tepat bukan

anggota kelas tersebut (NV). *False negatif* (FN) menunjukkan data yang seharusnya bukan anggota dari kelas tersebut teridentifikasi sebagai anggota kelas tersebut. Pemetaan dari masing-masing nilai tersebut dapat diamati dalam *confusion matrix* Tabel 2.1.

Berdasarkan keempat nilai tersebut diperoleh nilai *true positive rate* (TPR) yang dikenal dengan istilah *sensitivity* yaitu data yang teridentifikasi secara benar berdasarkan persamaan 2.4-2.5.

$$TPR = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2.4)$$

$$FPR = \frac{FP}{FP+TN} \quad (2.5)$$

*False positive rate* (FPR) atau *specificity* adalah nilai yang menunjukkan tingkat kesalahan dalam melakukan identifikasi yang diperoleh berdasarkan persamaan 2.5.

Tabel 2.1 *Confusion Matrix*(Fawcett, 2006)

Posisi (Hasil Pengujian) \ Posisi (Target Pengujian)	V	NV
	V	TP
NV	FN	TN

Berdasarkan Tabel 2.1, untuk menggambarkan kurva ROC yang dibutuhkan adalah *true positive rate* (TPR) dan *false positive rate* (FPR). Ruang ROC didefinisikan oleh FPR dan TPR yang mewakili sumbu X dan Y secara berurutan. ROC menggambarkan kondisi antara *true positif* dan *false positif*. Koordinat (0,1) pada grafik ROC adalah mewakili nilai dari *sensitivity* 100% (tidak terdapat nilai *false negative*) atau *specificity* sebesar 100% (tidak terdapat *false positive*). Titik (0,1) juga disebut klasifikasi yang sempurna. Untuk menghitung nilai Sensitivitas, Presisi, Spesifikasi dan akurasi dapat menggunakan persamaan 2.6 - 2.9.

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \times 100\% \quad (2.6)$$

$$Sensitivitas = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \quad (2.7)$$

$$Presisi = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \quad (2.8)$$

$$spesifikasi = \frac{TN}{TN + FP} \times 100\% \quad (2.9)$$

Untuk menghitung nilai sensitivitas pada penelitian ini, dapat menggunakan persamaan 2.7. Persamaan 2.7 dapat dihitung berdasarkan nilai *True Positive* yang dibagi dengan hasil penjumlahan *True Positive* dengan *False Negative* yang dikalikan 100%. Sedangkan untuk perhitungan presisi dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.8. Perhitungan nilai presisi dapat dihitung berdasarkan *True Positive* yang dibagi dengan hasil penjumlahan *True Positive* dengan *False Positive* yang dikalikan 100%. Sedangkan untuk perhitungan nilai spesifikasi dapat dihitung menggunakan persamaan 2.9 dengan cara nilai *True Negative* dibagi dengan hasil penjumlahan *True Negative* dengan *False Positive* yang dikalikan 100%

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 3

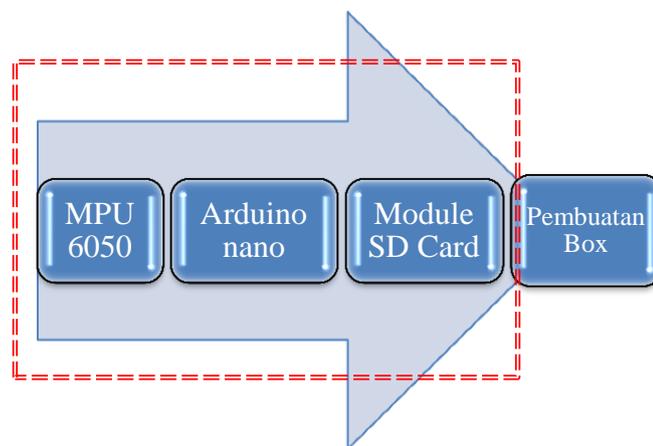
### PERANCANGAN ALAT

#### 3.1 Perancangan Perangkat Pendeteksi Jatuh

Perancangan Perangkat Pendeteksi Jatuh terdapat lima tahapan yaitu desain perangkat, posisi sensor, kalibrasi sensor, percobaan perangkat pendeteksi jatuh dan perhitungan selisih. Pada bagian 3.1 ini khusus membahas tentang tahapan-tahapan yang berkaitan dengan pembuatan perangkat hingga mendapatkan nilai yang bagus.

##### 3.1.1 Desain Perangkat

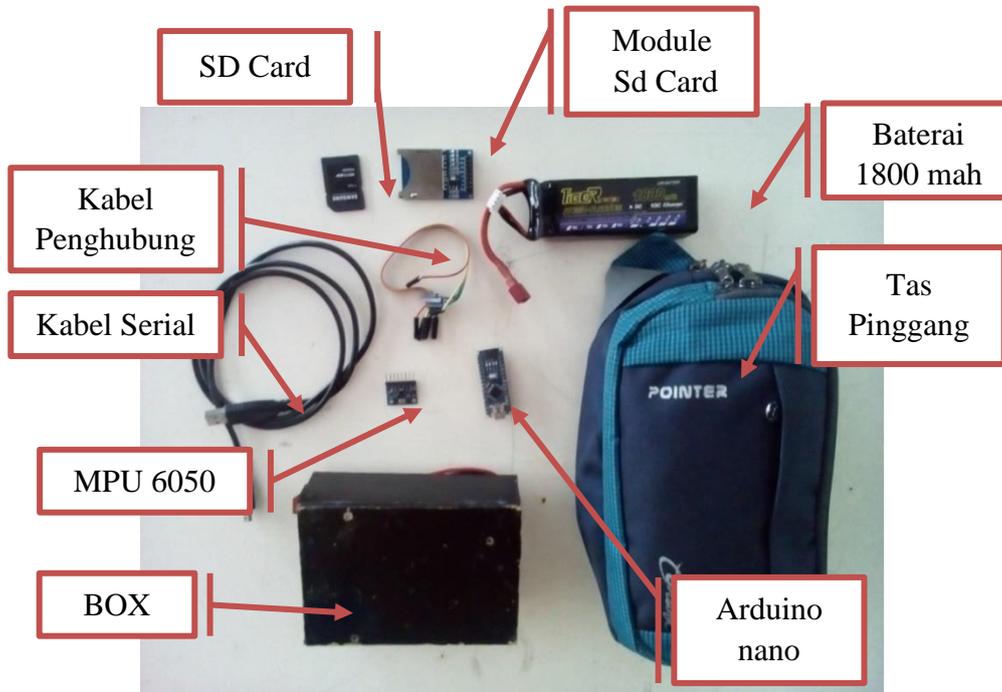
Tahapan perakitan komponen untuk perangkat pendeteksi jatuh mencakup beberapa komponen. Sensor yang digunakan adalah sensor accelerometer dan sensor gyroscope yang tertanam pada satu modul yaitu modul MPU 6050. Pada module tersebut terdapat 3 sumbu accelerometer, 3 sumbu gyroscope dan magnetometer. Untuk penelitian ini hanya menggunakan 3 sumbu accelerometer dan 3 sumbu gyroscope. Untuk tahapan dari desain perangkat dapat diamati pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok perangkat pendeteksi jatuh

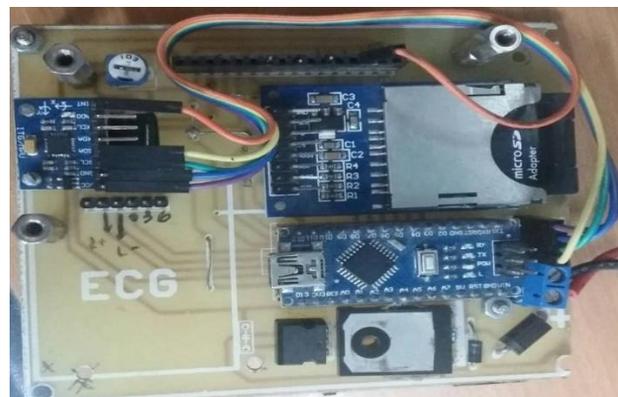
Gambar 3.1 adalah blok pembuatan perangkat pendeteksi jatuh. Untuk tahapan pertama adalah perakitan komponen sensor, Arduino dan SD Card. Sedangkan untuk tahapan kedua adalah pembuatan box perangkat. Dan tahap

terakhir adalah pemasangan komponen yang sudah dirakit pada box yang sudah disediakan. Semua komponen pada setiap tahapan dapat diamati pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Komponen perangkat pendeteksi jatuh

Gambar 3.2 adalah komponen yang dibutuhkan untuk perangkat pendeteksi jatuh diantaranya sensor MPU 6050, Arduino Nano, LC Studio SD Card, Baterai Lipo 1800 mah, SD Card 2 GB dan kabel penghubung. Sensor MPU 6050, SD Card dan Arduino nano dirakit pada papan PCB. Hasil perakitan komponen adalah pada Gambar 3.3



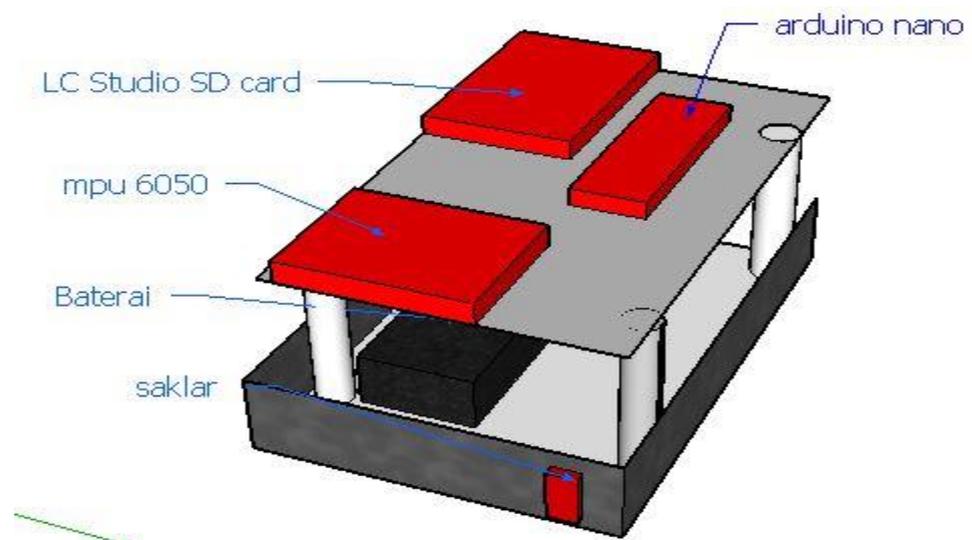
Gambar 3.3 Hasil perakitan komponen Pendeteksi Jatuh

Pada Gambar 3.3 merupakan hasil perakitan semua komponen. Arduino Nano dipasang agak ketengah, sedangkan slot SD Card dipasang menghadap pinggir. Pemasangan Module SD Card ini bertujuan agar memudahkan dalam pemasangan dan pengambilan SD Card, sedangkan pemasangan sensor harus dipasang pada bidang datar agar mendapatkan hasil yang akurat

### 3.1.2 Posisi Sensor

Gambar 3.4 menggambarkan posisi komponen pada papan PCB, sekaligus desain box perangkat pendeteksi jatuh. Hal yang perlu diperhatikan dalam penyusunan komponen pada papan PCB adalah pemasangan sensor MPU 6050. Posisi sensor harus dibidang datar agar mendapatkan nilai yang baik. Pemasangan dibidang datar nantinya bertujuan untuk kalibrasi. Penjelasan tentang kalibrasi dapat dipahami pada sub bab selanjutnya. Hal lain yang harus diperhatikan adalah arah sensor accelerometer dan gyroscope.

Selain pemasangan sensor, penyusunan komponen juga diperhatikan. Penyusunan komponen harus seefisien mungkin sehingga tidak mengganggu para pengguna. Perangkat pendeteksi jatuh ini dimasukkan ke dalam tas pinggang dan dipasangkan pada pinggang pengguna. Gambar 3.4 adalah desain perangkat dan pemasangan posisi sensor

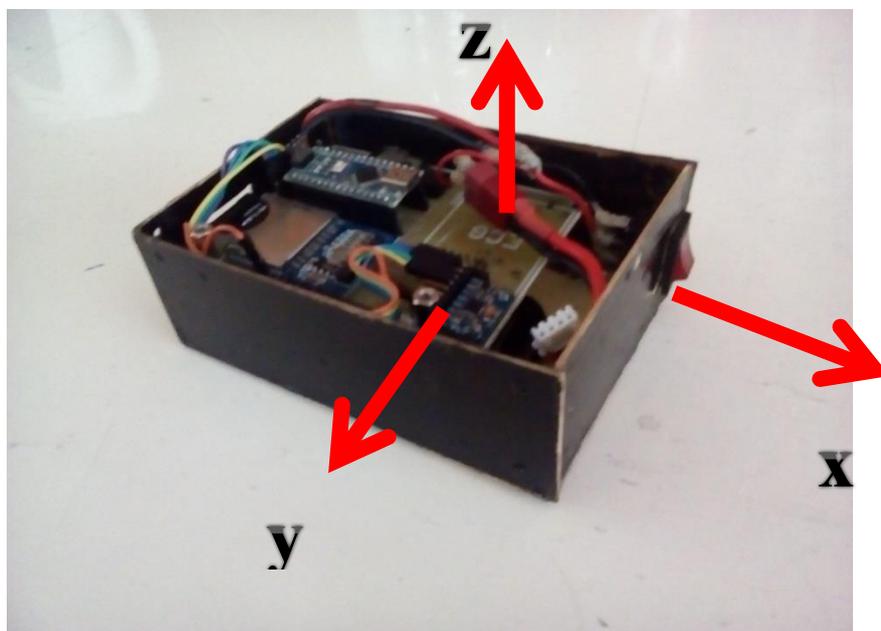


Gambar 3.4 Posisi sensor dan komponen pendeteksi jatuh

Gambar 3.4 menjelaskan tata letak semua perangkat dan posisi sensor. Sensor MPU 6050 dipasang pada bidang yang datar agar mendapatkan nilai yang bagus sesuai dengan hasil kalibrasi sensor.

### 3.1.3 Kalibrasi Sensor MPU6050

Dalam proses manufaktur sensor accelerometer terdapat variasi dari perangkat satu ke perangkat lain yang menyebabkan hasil percepatan tiap sensor berbeda-beda (“Advanced Arduino Accelerometer Guide,” 2014). Pada setiap sensor akselerometer sebenarnya sudah dikalibrasi oleh manufaktur. Namun, nilainya menjadi kurang tepat lagi dikarenakan tekanan panas saat sensor disolder pada papan sirkuit, penempatan yang sedikit miring dan proses-proses perakitan sensor yang lain. Oleh karena itu, kalibrasi ulang pada sensor akselerometer perlu dilakukan. Selain faktor tersebut, posisi penggunaan sensor di gedung lantai dasar dengan penggunaan di gedung lantai atas juga mempengaruhi. Hal dasar yang harus dipertimbangkan adalah posisi arah sumbu sensor. Gambar 3.5 adalah arah sumbu perangkat.



Gambar 3.5 Arah sumbu sensor Accelerometer

Gambar 3.5 menjelaskan arah sumbu dari sensor accelerometer. Sumbu gyroscope memiliki arah yang sama dengan sumbu accelerometer. Dari gambar

tersebut, sumbu z mengikuti arah atas dari perangkat, sumbu y mengikuti arah samping perangkat dan sumbu x searah saklar perangkat

Tahapan pertama dalam kalibrasi sensor adalah mendapatkan nilai 1 G, -1G dan 0G. Cara mendapatkan poin-poin ini cukup mudah, untuk nilai -1G sensor dipegang dengan gerakan sumbu z perangkat menghadap ke atas melawan gravitasi, untuk mengumpulkan titik 1G hanya dengan menghidupkan perangkat secara terbalik, titik 0G dikumpulkan saat sumbu z tegak lurus terhadap gravitasi (horizontal).

Namun ada cara lain untuk mencari kalibrasi, yaitu dengan mencari nilai offset. Nilai offset ini diambil disaat perangkat diposisi vertikal. Fungsi nilai offset ini untuk mendapatkan sudut offset. Pada penelitian ini menggunakan module MPU6050. Penggunaan module ini sedikit dipermudah, sesudah nilai offset dimasukkan kedalam program pendeteksi jatuh, nilai raw data disesuaikan dengan skala ketentuan sensor seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Range dan skala MPU6050 (Vora et al., n.d.)

Range Accelerometer	Skala	Range Gyroscope	Skala
2g	16,384	250 °/s	131
4g	8,192	500 °/s	65,5
8g	4,096	1000 °/s	32,8
16g	2,048	2000 °/s	16,4

Tabel 3.1 merupakan range dan skala yang digunakan pada sensor MPU 6050. Untuk range Accelerometer terdiri dari 2G, 4G, 8G dan 16G dengan skala 16,384, 8,192, 4,096 dan 2,048 sedangkan untuk range Gyroscope terdiri dari 250°/s, 500°/s, 1000°/s dan 2000°/s dengan skala 131, 65,5, 32,8, dan 16,4.

Penggunaan range ini disesuaikan dengan kebutuhan pada program. Dalam penelitian ini menggunakan range 2G untuk Accelerometer dan 250°/s untuk Gyroscope. Maka disesuaikan dengan skala yang ditetapkan dengan menggunakan persamaan 3.1 :

$$A_{axis} = \frac{Skala}{A_{raw}_{axis}} \quad (3.1)$$

Persamaan 3.1 digunakan untuk menghitung nilai accelerometer, dimana pada penelitian ini, nilai  $A_{Axis}$  adalah nilai accelerometer yang diharapkan,

$A_{raw_{Axis}}$  adalah nilai raw data keluaran sensor, dan skala adalah nilai ketetapan berdasarkan range yang kita gunakan. Untuk menghitung nilai Gyroscope hampir sama dengan cara menghitung Accelerometer yaitu dengan persamaan 3.2:

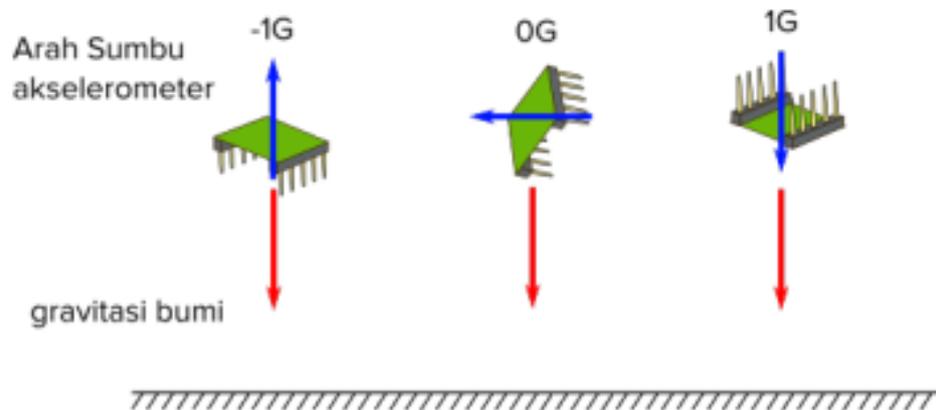
$$G_{axis} = \frac{skala}{G_{raw_{axis}}} \quad (3.2)$$

Persamaan 3.2 digunakan untuk mendapatkan nilai Gyroscope.  $G_{axis}$  merupakan nilai Gyroscope yang diharapkan berdasarkan skala yang dibagi dengan nilai raw sensor Gyroscope.

Setelah didapat nilai Accelerometer dan Gyroscope sesuai persamaan tersebut, maka tahapan kalibrasi telah selesai. Perangkat ini bekerja pada frekuensi 10 Hz, namun data yang didapat terkadang tidak sesuai dengan frekuensi yang digunakan karena banyaknya penggunaan sensor mengakibatkan data terkirim tidak maksimal.

#### **3.1.4 Percobaan Alat Pendeteksi Jatuh**

Percobaan merupakan suatu proses yang dilakukan untuk menilai apakah alat yang dirancang telah sesuai dengan apa yang diharapkan. Pada penelitian ini juga dilakukan percobaan yang bertujuan untuk menyesuaikan hasil keluaran dari sensor apakah sudah sesuai dengan ketentuannya. Percobaan dengan cara membandingkan output sensor Accelerometer pada MPU6050 dengan output Accelerometer pada smartphone. Ada 2 jenis percobaan, yaitu percobaan dalam posisi diam tanpa dipasangkan perangkat pendeteksi jatuh dan percobaan perangkat yang dipasangkan di badan. Percobaan pada posisi diam ini akan dilakukan dengan cara meletakkan smartphone dan perangkat yang di ajukan digerakkan yang sama dan diamati apakah mendapatkan output yang sama. Pemasangan perangkat pada badan pengguna dengan ketentuan tertentu. Ketentuan ini bertujuan agar setiap pengambilan data selalu mendapatkan nilai yang sama. Ketentuannya posisi alat harus menghadap ke kiri. Ini berarti sumbu z sensor akan menghadap ke badan, sumbu x ke kiri badan dan sumbu y ke atas kiri seperti Gambar 3.6 diharapkan mendapatkan nilai 0g pada sumbu x, 1g pada sumbu y dan 0g pada sumbu z.



Gambar 3.6 Sumbu Accelerometer dan arah gravitasi bumi (Kurniawan et al., 2016)

Gambar 3.6 adalah posisi sensor accelerometer terhadap arah gravitasi. Sumbu yang digunakan adalah sumbu z accelerometer, dimana untuk mendapatkan nilai -1 G sensor diletakkan pada posisi lurus, untuk mendapatkan nilai 0G sensor diposisi berdiri sedangkan untuk nilai 1G sensor diposisi terbalik. Setelah mendapatkan nilai tersebut, lakukan percobaan untuk gerakan dasar, seperti berdiri, posisi tidur lurus, posisi tidur miring kekanan dan miring ke kiri, dan ditambah gerakan duduk. Diamati nilai yang didapat dari semua gerakan tersebut.

### 3.1.5 Perhitungan Selisih

Pada saat percobaan alat, partisipan juga menggunakan sensor accelerometer pada smartphone. Hal ini bertujuan untuk melihat selisih dari kedua perangkat tersebut. Pada penelitian sebelumnya, penggunaan Smartphone untuk pendeteksi jatuh sangat banyak digunakan. Oleh karena itu, pada pengujian perangkat ini akan dibandingkan antara hasil yang didapat pada smartphone dengan hasil pada perangkat pendeteksi jatuh. Perhitungan selisih dapat ditemukan dengan menggunakan persamaan 3.3

$$\text{Selisih} = \text{data smartphone} - \text{data perangkat pendeteksi jatuh} \quad (3.3)$$

Persamaan 3.3 digunakan untuk menghitung selisih antara data yang terbaca pada smartphone dengan data yang diperoleh pada perangkat. Data pada

smartphone dikurangi dengan data perangkat untuk mendapatkan selisihnya. Perhitungan selisih dilakukan pada setiap sumbu accelerometer.

### 3.2 Pengujian Perangkat Pendeteksi Jatuh

Pengujian perangkat dilakukan dengan membandingkan output accelerometer mpu6050 dengan output accelerometer pada smartphone. Smartphone yang digunakan adalah smartphone Lenovo 2010. Aplikasi yang digunakan adalah Accelerometer yang terdapat di playstore. Untuk pengujian ini hanya membandingkan output accelerometer mpu6050 dengan accelerometer pada smartphone dikarenakan pada smartphone hanya mempunyai sensor accelerometer.

#### 3.2.1 Pengujian Posisi Diam

Pengujian posisi diam dilakukan dengan cara peralatan dan smartphone diletakkan dibidang vertikal. Pada pengujian ini, smartphone diletakkan dimeja yang datar bersebelahan dengan perangkat pendeteksi jatuh. Hasil pengujian dijelaskan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Hasil Pengujian digerakan Diam

Sumbu Accelerometer Perangkat pengujian	Ax (G)	Ay (G)	Az (G)
Smartphone	0.027	0.001	1.004
Perangkat	-0.08	0.04	1.07
Selisih	-0.11	0.039	0.066

Tabel 3.2 merupakan hasil yang didapat dari kedua perangkat yang diujikan. Dari pengujian diposisi diam ini diharapkan mendapatkan nilai Ax sebesar 0G, sumbu Ay sebesar 0G dan Az sebesar 1G. Dari pengujian smartphone dan perangkat pendeteksi jatuh, selisih yang didapat sangat kecil. Untuk sumbu x terdapat selisih sebesar 0.11, untuk sumbu y mempunyai selisih sebesar 0.039 dan untuk sumbu z mempunyai selisih sebesar 0.066. Ini dipengaruhi oleh pengaruh pemasangan module MPU6050 pada perangkat yang tidak datar.

### 3.2.2 Pengujian Posisi Duduk

Pengujian posisi duduk ini dilakukan pada satu orang partisipan yang dipasangkan alat pendeteksi jatuh dan smartphone seperti Gambar 3.7..



Gambar 3.7 Pengujian posisi duduk

Pada Gambar 3.7 menjelaskan pengujian pada posisi duduk. Partisipan melakukan pengujian posisi duduk menggunakan kursi. Perangkat dihidupkan disaat partisipan dalam posisi duduk diam, tanpa ada gerakan yang mengakibatkan perubahan nilai sensor. Sedangkan smartphone diletakkan pada kantong baju partisipan. Pengujian dilakukan selama 5 detik. Tabel 3.3 merupakan hasil yang didapat dari kedua perangkat yang diujicobakan

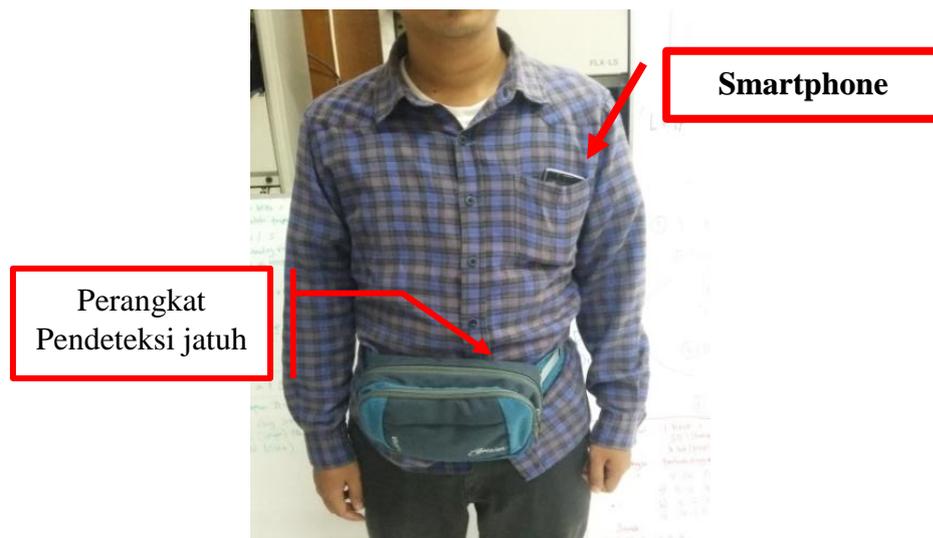
Tabel 3.3 Hasil pengujian gerakan duduk

Sumbu Accelerometer Perangkat pengujian	Ax (G)	Ay(G)	Az(G)
Smartphone	0,077	1.014	0.049
Perangkat	0.09	0.89	-0.4
Selisih	0.013	0.124	0.449

Dari Tabel 3.3 diatas, dapat diamati bahwa selisih yang diperoleh dari kedua perangkat yang diujikan masih terdapat selisih yang begitu besar. Selisih terbesar terdapat pada sumbu Az. Besar selisih pada sumbu z adalah sebesar 0.449. Ini dipengaruhi oleh posisi perangkat dan posisi smartphone tidak pada bidang yang sama sehingga terdapat selisih yang cukup tinggi. Sedangkan pada sumbu Ax dan Ay, selisih antara kedua perangkatnya sebesar 0.013 dan 0.124.

### 3.2.3 Pengujian Posis Berdiri

Pengujian posisi berdiri dilakukan untuk melihat nilai yang terbaca pada perangkat pendeteksi jatuh dan dibandingkan dengan hasil pada smartphone. Setiap sumbu sensor Accelerometer perangkat pendeteksi jatuh akan dibandingkan dengan hasil sensor Accelerometer pada smartphone. Gambar 3.8 merupakan penjelasan posisi badan dan perangkat yang digunakan.



Gambar 3.8 Pengujian posisi berdiri

Pada Gambar 3.8 posisi badan partisipan disaat pengujian posisi berdiri harus tegak lurus. Peralatan di letakkan dalam tas pinggang, sedangkan smartphone diletakkan dalam kantong baju. Pengujian dilakukan selama 5 detik dimana partisipan tidak boleh melakukan gerakan apapun yang bisa menyebabkan perubahan nilai pada kedua perangkat. Nilai accelerometer dan gyroscope pengujian dijelaskan pada Tabel 3.4.

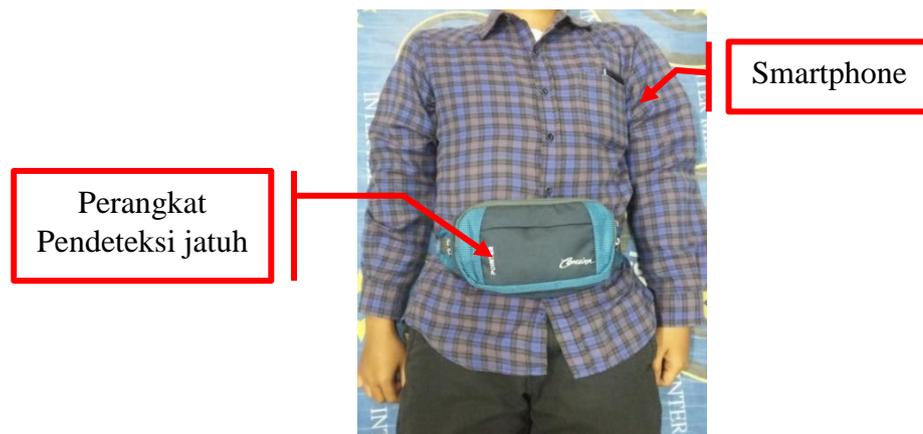
Tabel 3.4 Hasil pengujian posisi berdiri

Perangkat pengujian	Sumbu Accelerometer		
	Ax (G)	Ay (G)	Az (G)
Smartphone	0.08	1.013	-0.03
Perangkat	0.15	0.96	-0.15
Selisih	0.07	0.053	0.12

Dari Tabel 3.4 dapat diamati bahwa nilai selisih dari ketika sumbu pada kedua perangkat yang diujikan mendapat nilai yang rendah. Terlihat pada sumbu Ax mendapatkan selisih 0.07G, selisih pada sumbu Ay sebesar 0.053G dan selisih pada sumbu Az sebesar 0.12G.

### 3.2.4 Pengujian Posisi Tidur

Pengujian selanjutnya yaitu pada posisi tidur. Pada pengujian pada posisi tidur dilakukan selama lima detik. Tujuan dari pengujian di posisi tidur adalah untuk melihat hasil pembacaan perangkat pendeteksi jatuh agar disaat pengujian gerakan mendapat hasil yang bagus. Cara pengujian posisi tidur dapat diamati pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Pengujian posisi tidur

Gambar 3.9 menjelaskan posisi partisipan dalam pengujian posisi tidur. Pengujian posisi tidur dilakukan dengan cara partisipan berada dalam posisi rebah

lurus menghadap keatas. Perangkat pendeteksi jatuh dipasang pada pinggang partisipan dan smartphone diletakkan dalam kantong baju. Hasil pengujian dijelaskan pada Tabel 3.5.

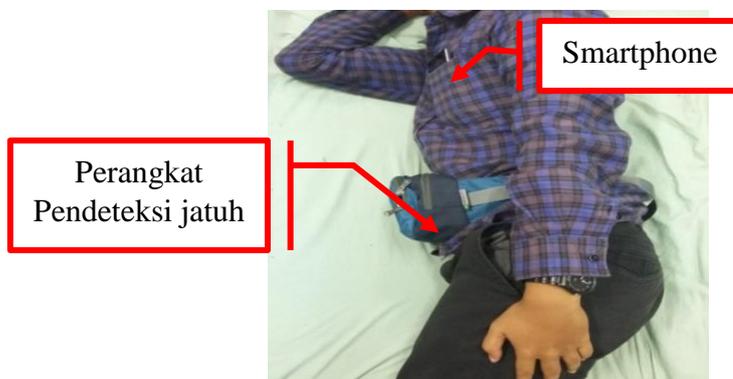
Tabel 3.5 Hasil pengujian posisi tidur

Perangkat pengujian	Sumbu Accelerometer		
	Ax (G)	Ay (G)	Az (G)
Smartphone	0.006	0.049	0.993
Perangkat	-0.04	-0.01	1.02
Selisih	0.046	0.059	0.027

Selisih pada posisi tidur pada Tabel 3.5, menjelaskan nilai selisih yang sangat kecil. Untuk selisih pada sumbu Ax sebesar 0.046G, selisih pada sumbu Ay sebesar 0.059G dan selisih pada sumbu Az sebesar 0.027G. Hasil ini disebabkan oleh posisi perangkat dan smartphone berada dibidang yang sama nilai kemiringannya.

### 3.2.5 Pengujian Posisi Miring Kekan

Pengujian gerakan miring kekanan dilakukan untuk mendapatkan hasil pembacaan perangkat pendeteksi jatuh yang akurat. Pengujian ini dilakukan dengan cara melihat selisih pembacaan perangkat pendeteksi jatuh diposisi miring kekanan dengan pembacaan smartphone pada posisi yang sama. Gambar 3.10 adalah posisi partisipan disaat pengujian posisi miring kekanan.



Gambar 3.10 Pengujian posisi miring kekanan

Gambar 3.10 menjelaskan posisi partisipan disaat pengujian gerakan miring kekanan secara sempurna. Partisipan di posisi rebah sambil menghadap ke kanan dengan kemiringan 90 derajat. Pengujian dilakukan selama 5 detik. Perangkat dipasang pada pinggang partisipan dan smartphone diletakkan dalam kantong baju. Untuk hasil dapat diamati pada Tabel 3.6.

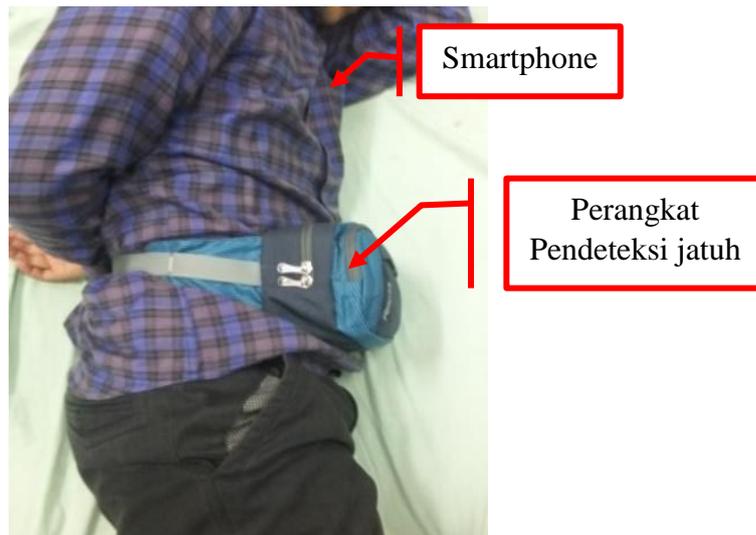
Tabel 3.6 Hasil pengujian gerakan miring kekanan

Perangkat pengujian	Sumbu Accelerometer		
	Ax	Ay	Az
Smartphone	1.011	0.038	-0.18
Perangkat	1.03	0.01	0.2
Selisih	0.019	0.028	0.38

Dari Tabel 3.6 dapat diamati bahwa nilai yang terbaca pada sumbu Ax pada kedua perangkat mendapatkan nilai 1.011 dan 1.03, sumbu Ay pada kedua perangkat adalah 0.038 dan 0.01 dan sumbu Az adalah -0.18 dan 0.2. Ini berarti posisi kedua perangkat memiliki arah sensor yang benar sehingga mendapatkan hasil yang mendekati. Namun untuk selisih pada sumbu Az masih cukup tinggi yaitu sebesar 0.38 G, sedangkan pada sumbu Ax dan Ay selisihnya cukup bagus yaitu sebesar 0.019 dan 0.028. Sama seperti penyebab sebelumnya, perolehan selisih pada sumbu Az yang cukup tinggi disebabkan oleh posisi sensor yang tidak pada bidang kemiringan yang sama

### 3.2.6 Pengujian Posisi Miring Kekiri

Pengujian posisi miring kekiri dilakukan untuk melihat perubahan pembacaan perangkat pendeteksi jatuh apakah sama dengan posisi miring kekanan atau malah kebalikan dari data miring kekanan. Pengujian miring kekanan dilakukan selama 5 detik. Pengujian juga dibantu dengan penggunaan smartphone untuk melihat selisih dengan data yang terbaca pada perangkat pendeteksi jatuh. Gambar 3.11 menjelaskan posisi pengujian posisi miring kekiri.



Gambar 3.11 Gerakan pengujian gerakan miring kekiri

Kebalikan dari gerakan sebelumnya, posisi partisipan pada Gambar 3.11 diposisi rebah sambil menghadap ke kiri dengan kemiringan 90 derajat. Posisi tubuh ketika pengguna miring di bidang datar dengan pinggang kiri menyentuh bidang datar. Nilai sumbu akselerometer yang dapat digunakan adalah y. Nilai y selalu positif di posisi ini. Pemasangan perangkat sama seperti sebelumnya yaitu dipasang di pinggang dan smartphone diletakkan dalam kantong baju. Untuk hasil dapat diamati pada Tabel 3.7

Tabel 3.7 Hasil pengujian gerakan miring ke kiri

Perangkat pengujian \ Sumbu Accelerometer	Ax	Ay	Az
	Smartphone	-0.97	0.022
Perangkat	-0.94	0.15	-0.1
Selisih	0.03	0.128	0.147

Tabel 3.7 menjelaskan hasil pembacaan smartphone pada sumbu Ax terbaca -0.97G, sumbu Ay terbaca 0.022G, dan sumbu Az terbaca 0.047G sedangkan pada perangkat terbaca -0.94G pada sumbu Ax, 0.15 pada sumbu Ay

dan -0.1 pada sumbu Az. Hasil kedua perangkat pada Tabel 3.7 menjelaskan bahwa pembacaan perangkat pada posisi miring ke kiri merupakan kebalikan pada posisi miring ke kanan. Selisih yang diperoleh pada posisi ini cukup bagus, namun pada sumbu Ay dan sumbu Az masih terdapat selisih yang tidak terlalu besar yaitu sebesar 0.128 dan 0.147. Untuk sumbu Ax, selisih yang diperoleh sudah bagus dengan nilai sebesar 0.03.

### 3.2.7 Pengujian Posisi Rukuk

Pengujian posisi rukuk dilakukan untuk melihat pembacaan perangkat pada percobaan gerakan sholat. Diharapkan pembacaan perangkat pada pengujian posisi rukuk mendapatkan hasil yang baik. Pengujian posisi duduk dapat diamati pada Gambar 3.12



Gambar 3.12 Gerakan pengujian gerakan rukuk

Posisi partisipan pada Gambar 3.12 disaat pengujian posisi rukuk adalah dengan kemiringan 90 derajat. Kedua tangan partisipan menopang badan pada kedua lutut. Sedangkan kepala partisipan lurus menghadap lantai. Perangkat perangkat pendeteksi jatuh dipasang pada pinggang partisipan dan smartphone diletakkan pada kantong baju partisipan. Usahakan posisi perangkat pendeteksi jatuh tidak mengganggu kemiringan badan partisipan agar hasil pembacaan pendeteksi jatuh hampir menyerupai pada pembacaan smartphone. Untuk hasil dapat diamati pada Tabel 3.8.

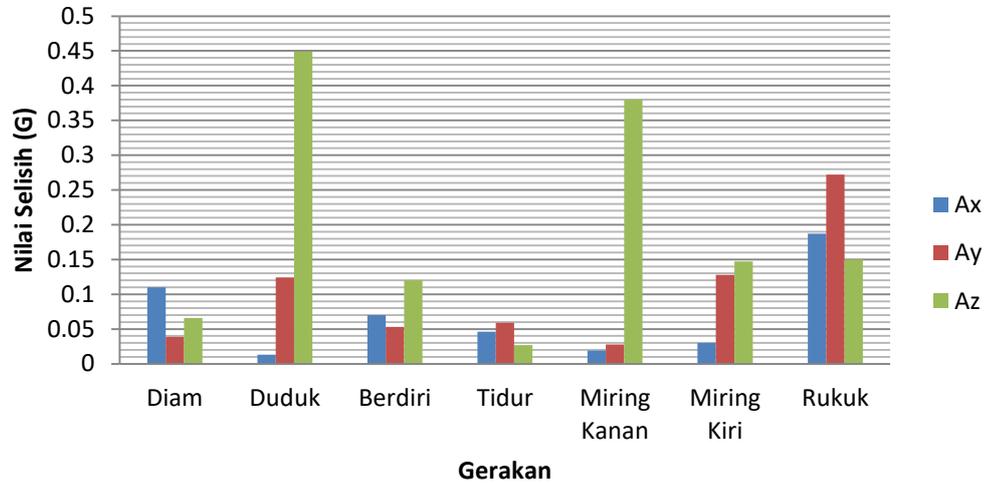
Tabel 3.8 Hasil pengujian gerakan rukuk

Perangkat pengujian	Sumbu Accelerometer		
	Ax (G)	Ay (G)	Az (G)
Smartphone	0.123	0.118	-0.99
Perangkat	0.31	0.39	-0.84
Selisih	0.187	0.272	0.15

Tabel 3.8 menjelaskan selisih pengujian posisi rukuk antara hasil pada perangkat pendeteksi jatuh dengan hasil pada smartphone. Pada perangkat pendeteksi jatuh terbaca 0.123G pada sumbu Ax, 0.118G pada sumbu Ay dan nilai -0.99 pada sumbu Az. Sedangkan nilai accelerometer yang terbaca pada smartphoe adalah 0.187 G pada sumbu Ax, 0.272 G pada sumbu Ay dan 0.15 pada sumbu Az. Selisih antara kedua perangkat masih tinggi, karena posisi kedua sensor tidak pada kemiringan yang sama. Untuk sumbu Ax, selisih yang diperoleh sebesar 0.187 G, pada sumbu Ay selisih yang diperoleh sebesar 0.272 dan pada sumbu Az sebesar 0.15.

Pada pengujian ini juga dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan smartphone sebagai perangkat utama pada penelitin sebelumnya dalam pendeteksi jatuh tidak efektif. Hal ini disebabkan karena pada posisi tertentu dapat mengakibatkan smartphone terjatuh Selain itu, terhadap nilai yang didapatkan pada penggunaan smartphone yang diletakkan pada kantong baju memiliki sensitifitas yang tinggi terhadap perubahan percepatan. Akibatnya antara satu gerakan dengan gerakan lain terbaca sama. Sedangkan pada perangkat yang diajukan memiliki sensitifitas yang lebih rendah sehingga gerakan – gerakan kecil yang dilakukan oleh partisipan tidak terbaca. Penggunaan perangkat yang diajukan dianggap lebih aman karena tidak ada resiko perangkat akan terjatuh dari pemasangan pada pengguna. Dari percobaan yang telah dilakukan dianggap bahwa perangkat yang diajukan lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan

penggunaan smartphone. Untuk rekapitulasi selisih dari setiap pengujian posisi dapat diamati pada Gambar 3.13



Gambar 3.13 Rekapitulasi Selisih Pengujian Perangkat

Dari Gambar 3.13, nilai selisih terbesar terdapat pada sumbu Z pada posisi miring ke kanan dan diposisi duduk. Sedangkan selisih tertinggi untuk semua sumbu terdapat pada posisi rukuk. Untuk selisih terkecil pada ketiga sumbu terdapat pada posisi tidur. Selisih yang tinggi pada pembacaan kedua perangkat disebabkan oleh perbedaan posisi kemiringan.

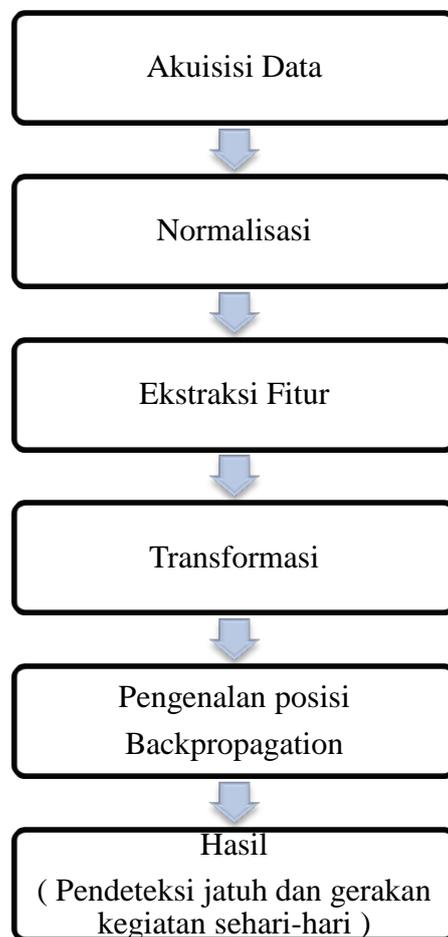
*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 4

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1 Pengujian Alat

Pengujian alat meliputi akuisisi data, normalisasi, ekstraksi fitur dan pengenalan gerakan dengan metode Backpropagation. Gambar 4.1 menjelaskan blok diagram penelitian pendeteksi terjatuh



Gambar 4.1 Blok Diagram Penelitian

Gambar 4.1 menjelaskan bahwa tahapan yang akan dilalui pada penelitian ini dimulai dengan mengakuisisi data. Setelah data diperoleh, data dinormalisasi menjadi 100 data dan 50 data tergantung gerakan yang dicobakan. Data yang telah dinormalisasi, dipilih fitur yang akan digunakan sebagai ciri khas dari tiap-tiap gerakan. Data fitur gerakan ditransformasikan pada range 0-1. Selanjutnya di

klasifikasikan menggunakan Backpropagation untuk mengetahui apakah gerakan tersebut terbaca jatuh atau bukan.

#### 4.1.1 Akuisisi Data

Setiap gerakan dicobakan selama 7 sampai 10 menit. Dalam satu gerakan diperoleh 100 lebih data tiap variabel. Masih berupa data mentah berupa pembacaan ketiga sumbu sensor accelerometer dan tiga sumbu Gyroscope. Namun enam sumbu tersebut dapat dijadikan fitur pada penelitian ini. Data dari sensor accelerometer dan gyroscope akan menjadi 10 fitur meliputi sumbu x, y dan z accelerometer, sumbu x, y dan z sumbu gyroscope, nilai Sum Vector dan nilai pitch roll dan yaw. Nilai Sum Vector (Sum Vector) diperoleh dari data accelerometer setiap gerakan yang dicobakan dengan menggunakan persamaan 4.1 (Kwolek and Kepski, 2015):

$$SV_t = \sqrt{Ax_t + Ay_t + Az_t} \quad (4.1)$$

Persamaan 4.1 merupakan persamaan menghitung nilai Sum Vector. Penggunaan Sum Vector pada data Accelerometer bertujuan untuk melihat data sensor berdasarkan jumlah ketiga sumbu disaat yang sama. Dari sensor Accelerometer, dapat diperoleh nilai kemiringan yang disebut pitch roll dan yaw. Untuk perhitungan pitch yaw dan roll menggunakan persamaan 4.2 - 4.4 :

$$arx = \left(\frac{180}{\pi}\right) * atan \left(\frac{Ax}{\sqrt{Ay^2 + Az^2}}\right) \quad (4.2)$$

$$ary = \left(\frac{180}{\pi}\right) * atan \left(\frac{Ay}{\sqrt{Ax^2 + Az^2}}\right) \quad (4.3)$$

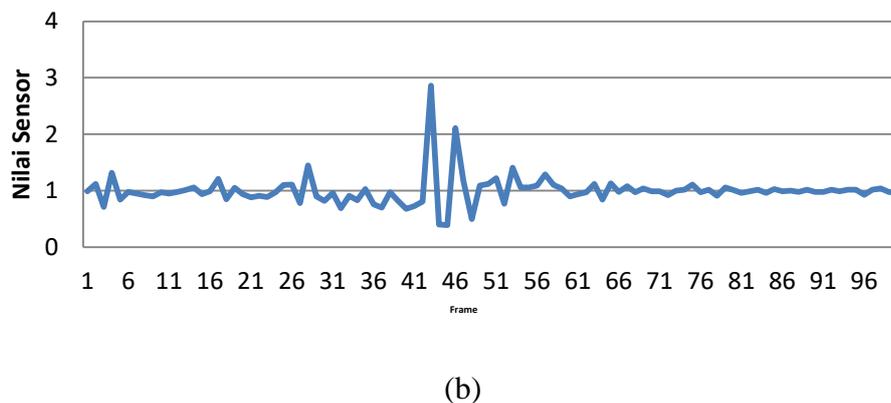
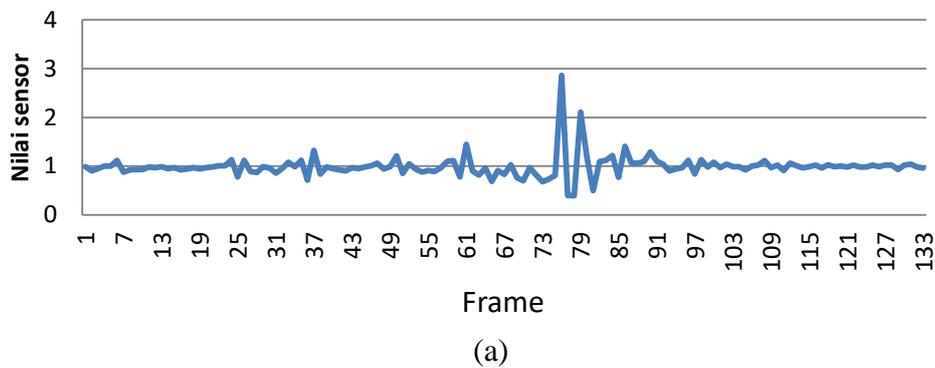
$$arz = \left(\frac{180}{\pi}\right) * atan \left(\frac{\sqrt{Ay^2 + Ax^2}}{Az}\right) \quad (4.4)$$

Persamaan 4.2-4.4 adalah persamaan dalam menghitung pitch roll dan yaw. Arx adalah nilai pitch, ary adalah nilai roll dan arz adalah nilai yaw. Perhitungan pitch, roll dan yaw berkaitan dengan sudut kemiringan dari posisi sensor accelerometer. Dalam penelitian ini, perhitungan nilai Sum Vector, pitch roll dan yaw ini telah di program didalam arduino nano. Keluaran dari arduino

sudah berupa 10 fitur yaitu sumbu x, y dan z accelerometer, sumbu x, y dan z gyroscope, nilai Sum Vector accelerometer dan nilai pitch, roll, dan yaw.

#### 4.1.2 Normalisasi

Data yang diperoleh dalam tahapan akuisisi data tersebut masih mentah dan belum bagus, maka dibutuhkan tahap normalisasi agar mendapatkan data yang lebih baik. Pada data mentah sering ditemukan banyaknya nilai yang hilang (*missing value*), distorsi nilai, tidak tersimpannya nilai (*misrecording*), data yang kurang bagus dan sebagainya. Pada penelitian ini, tahapan normalisasi diawali dengan mengubah jumlah *frame* yang acak menjadi 100 *frame* setiap satu gerakan seperti pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Normalisasi menjadikan 100 data, (a) Data awal; (b) data setelah dinormalisasi

Pada Gambar 4.2 menjelaskan bahwa pada bagian (a) merupakan data yang diperoleh pada satu kali percobaan gerakan jatuh kedepan. Data yang dibaca sebanyak 133 *frame*. Karena banyaknya data yang terbaca, maka dinormalisasi dalam 100 data seperti pada bagian (b). Pemilihan 100 data ini diambil pada 100

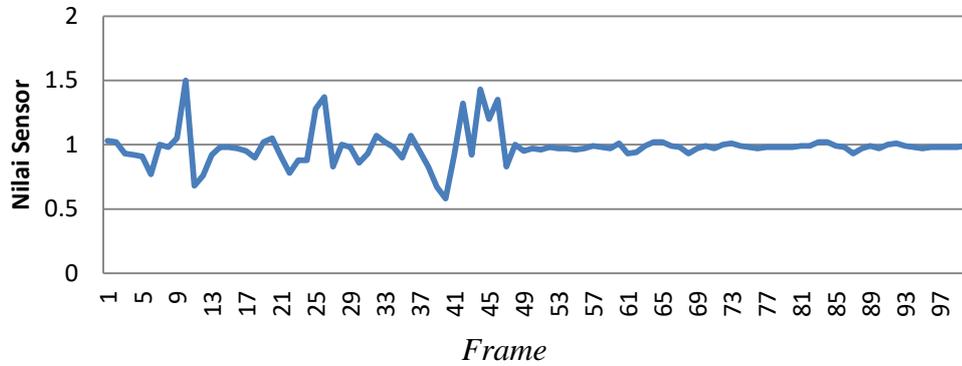
data terakhir dari satu kali gerakan. Setelah dinormalisasi menjadi 100 *frame*, data satu kali gerakan ini dinormalisasi kembali sesuai dengan ketentuan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Jumlah data dan waktu normalisasi

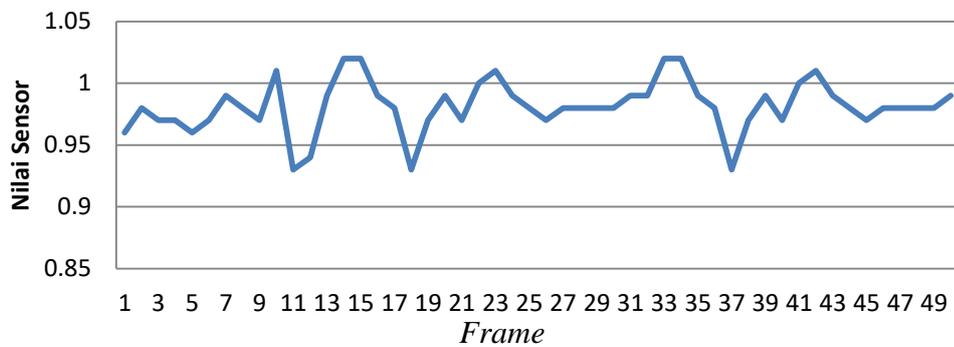
Gerakan	Jumlah <i>frame</i>	Lama percobaan
Jatuh kesamping	100 <i>frame</i>	10 detik
Jatuh kebelakang	100 <i>frame</i>	10 detik
Jatuh kedepan	100 <i>frame</i>	10 detik
Duduk	50 <i>frame</i>	5 detik terakhir
Tidur	40 <i>frame</i>	4 detik terakhir
Jongkok	50 <i>frame</i>	5 detik terakhir
Naik tangga	100 <i>frame</i>	10 detik
Turun tangga	100 <i>frame</i>	10 detik
Rukuk dalam sholat	50 <i>frame</i>	Detik 5 - 10
Iktidal ke sujud	20 <i>frame</i>	Detik 15 – 17
Sujud dalam sholat	40 <i>frame</i>	Detik 17 - 22

Pada Tabel 4.1, proses normalisasi menjadi 100 *frame* dilakukan pada gerakan jatuh kedepan, jatuh kebelakang, jatuh kesamping, naik tangga dan turun tangga. Sedangkan normalisasi menjadi 50 *frame* dilakukan pada gerakan duduk, dan jongkok, untuk gerakan tidur hanya diambil 40 *frame* terakhir dalam satu kali percobaan. Pengambilan data dalam gerakan sholat ditentukan berdasarkan urutan waktu tiap perpindahan gerakan sholat. Satu gerakan sholat dilakukan selama 35 detik, sedangkan tiap gerakan pada satu kali sholat dilakukan selama 5 detik. Pada gerakan sholat, diambil beberapa gerakan sebagai gerakan yang akan dikenali. Gerakan tersebut adalah rukuk, sujud dan perpindahan dari iktidal ke sujud. Untuk gerakan sujud dan rukuk diambil 50 *frame*. Gerakan perpindahan i'tidal ke sujud dilakukan lebih kurang dua menit sehingga diambil sebanyak 20 data. Dua detik gerakan perpindahan iktidal ke sujud itu meliputi gerakan iktidal, sujud dan

perpindahan gerakan iktidal ke sujud. Gerakan sholat hanya dilakukan sebanyak satu rakaat. Proses normalisasi menjadi 50 data dapat diamati pada Gambar 4.3



(a)



(b)

Gambar 4.3 Normalisasi 100 data menjadi 50 data, (a) data awal; (b) data setelah normalisasi

Gambar 4.3 pada bagian (a) merupakan data gerakan duduk sebanyak 100 *frame*. Dapat diamati bahwa pada *frame* pertama sampai *frame* 50 adalah *frame* disaat partisipan berjalan. Sedangkan *frame* sesudahnya adalah disaat partisipan sedang duduk. Oleh karena itu, percobaan gerakan duduk hanya diambil dari *frame* 51 sampai *frame* 100.

#### 4.1.3 Ekstraksi fitur

Ekstraksi fitur adalah pemilihan ciri/fitur pada suatu data yang nantinya akan digunakan untuk tahapan proses inti. Fitur adalah karakteristik suatu objek yang unik. Maka pada tahapan ini dilakukan proses mendapatkan ciri-ciri yang unik dari data *fall detection* sehingga dapat membedakan antara terjatuh atau tidak. Fitur yang akan digunakan pada penelitian ini adalah nilai pada sumbu Ax,

Ay, Az, Sum Vector, Gx, Gy, Gz, Pitch, Roll, dan Yaw. Untuk pemilihan data tiap sumbu berdasarkan nilai minimum, nilai maksimum dan nilai rata-rata.

#### 4.1.3.1 Mean

*Mean* atau nilai rata-rata dari intensitas dapat didefinisikan dengan:

$$Mean = \mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4.5)$$

n = Jumlah Data

x = Data Sensor

Persamaan 4.5 digunakan untuk pemilihan data pada fitur yang tidak mengalami perubahan nilai terhadap perubahan gerakan. Contoh dari penggunaan *mean* adalah pemilihan fitur Ax, Ay dan Az pada gerakan duduk ataupun semua fitur pada gerakan sujud dan tidur. Pada gerakan duduk, sujud dan tidur tidak mengalami perubahan kecepatan karena hanya dihitung diposisi diam. Perhitungan nilai *mean* ini dihitung berdasarkan satu kali gerakan yang dicobakan.

#### 4.1.3.2 Nilai Maksimum

Perhitungan nilai maksimum dari suatu gerakan dapat dihitung dengan melihat nilai tertinggi dari sekumpulan data. Untuk menemukan nilai maksimum pada Spreadsheet dapat menggunakan persamaan 4.6 :

$$Max=(number1,number2,number\sim) \quad (4.6)$$

Persamaan 4.6 digunakan untuk menemukan data fitur pada gerakan yang berubah posisi partisipan, seperti jatuh, naik tangga dan turun tangga. Pemilihan pada gerakan jatuh, naik tangga, turun tangga dan perpindahan iktidal ke sujud, karena adanya perubahan kecepatan dari posisi awal ke posisi selanjutnya. Perubahan nilai ini akan diamati apakah mengalami penurunan atau kenaikan dari kondisi normal.

#### 4.1.3.3 Nilai Minimum

Nilai minimum merupakan nilai terendah dalam sekumpulan data yang sejenis. Perhitungan nilai minimum dari suatu gerakan dapat dihitung dengan

melihat nilai terendah. Untuk menemukan nilai minimum pada Spreadsheet dapat menggunakan persamaan 4.7:

$$Min=(number1,number2,number\sim) \quad (4.7)$$

Persamaan 4.7 digunakan untuk menemukan data fitur pada gerakan yang berubah posisi partisipan, seperti jatuh, naik tangga dan turun tangga. Contohnya pemilihan data pada fitur Sum Vector, Ax, Ay, dan Az. Pemilihan pada gerakan jatuh, naik tangga, turun tangga dan perpindahan iktidal ke sujud, karena adanya perubahan kecepatan dari posisi awal ke posisi selanjutnya. Perubahan nilai ini akan diamati apakah mengalami penurunan atau kenaikan dari kondisi normal.

#### 4.1.4 Transformasi

Transformasi data adalah upaya yang dilakukan dengan tujuan utama untuk mengubah skala pengukuran data asli menjadi bentuk lain sehingga data dapat memenuhi asumsi-asumsi yang mendasari analisis ragam. Untuk mentransformasikan data dapat menggunakan persamaan 4.8

$$Nb = \frac{(nl - nbb)}{(nab - nbb)} \quad (4.8)$$

Dimana:

*nab* : nilai maksimal

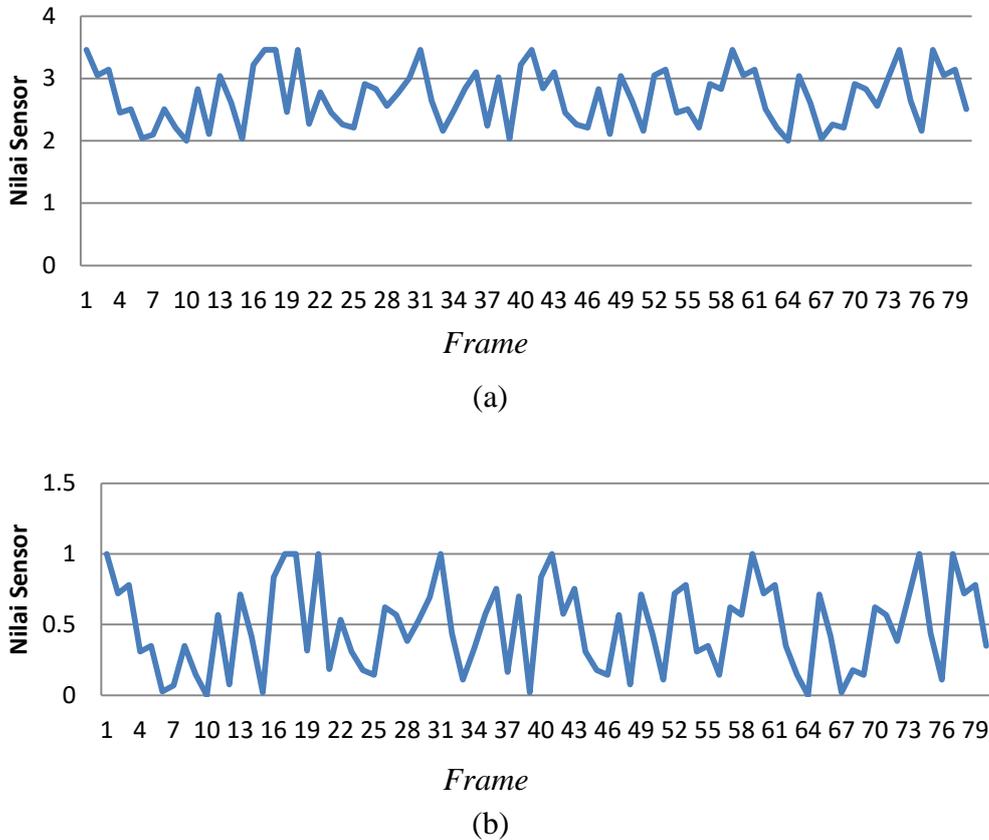
*nbb* : nilai minimal

*Nb* : nilai baru

*nl* : nilai lama

Persamaan 4.8 gunakan untuk mentransformasi data yang sudah dinormalisasi kedalam range 0-1. Untuk mentransformasi data dalam range 0-1, harus diketahui nilai maksimal dan nilai minimalnya sesuai dengan ketetapan pada persamaan 4.8. Penggunaan tahapan transformasi data ini bertujuan untuk mempermudah pengenalan semua gerakan. Pengenalan gerakan yang dilakukan dengan metode Backpropagation Neural Network membutuhkan nilai bobot. Dengan bantuan transformasi ini diharapkan akan lebih mudah dalam menemukan

nilai bobot sehingga mendapatkan hasil pengklasifikasian yang akurat. Contoh hasil transformasi data dapat diamati pada Gambar 4.4



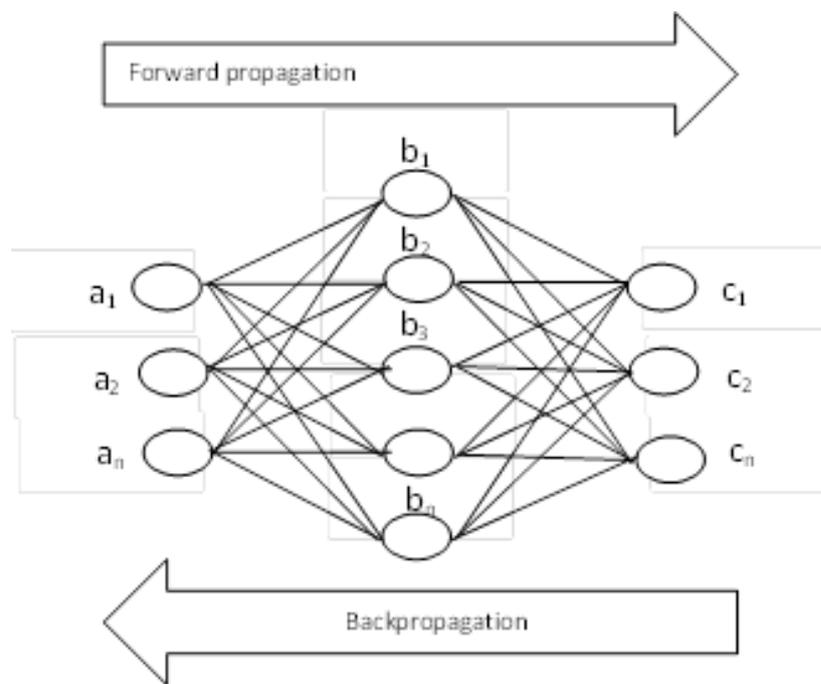
Gambar 4.4 Contoh Hasil Transformasi, (a) data sebelum ditransformasi;(b) data sesudah ditransformasi dalam range (0-1)

Gambar 4.4 menjelaskan hasil transformasi dari range 2 – 4 pada bagian (a) menjadi gambar bagian (b). Pada gambar bagian (a), range data suatu gerakan terletak pada range 2-4. Sedangkan range pada Gambar 6.4 bagian (b) adalah data gerakan yang sudah di transformasi dalam range 0-1. Dengan transformasi ini dapat diamati nilai yang lebih rapat dari setiap *frame*.

#### 4.1.5 BackPropagation Neural Network

Algoritma Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi (*supervised*) dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot- bobot yang terhubung dengan neuron – neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya. *Feed forward backpropagation* menggunakan *error output* untuk mengubah nilai bobot – bobotnya dalam arah

mundur (*backward*). Untuk mendapatkan error ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu. Pada saat perambatan maju, neuron – neuron diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi *tansig* / *log-sigmoid transfer function*. Fungsi aktivasi berguna untuk menentukan hasil keluaran suatu neuron. Gambar 4.5 merupakan struktur pengenalan menggunakan Backpropagation.



Gambar 4.5 Struktur Backpropagation

Gambar 4.5 mendeskripsikan struktur jaringan saraf tiruan yang dipakai pada penelitian ini, yang terdiri dari 3 (tiga) layer di dalamnya yakni layer masukan, 10 (sepuluh) layer tersembunyi, dan 4 (empat) layer keluaran. Pada tahap pertama akan terjadi forward propagation. Sedangkan untuk tahap pembaharuan bobot terjadi Backpropagation

Untuk memulai pengenalan menggunakan Backpropagation, semua data input dan data output harus ditransformasi dalam range 0-1. Tujuannya agar nilai bobot tidak besar. Lakukan penjumlahan hasil kali input dengan bobot masing-masing dengan persamaan 4.9:

$$v_j(p) = \sum_{i=1}^r x_i(p) \cdot w_{ij}(p) \quad (4.9)$$

Total nilai  $v$  diperoleh dari penjumlahan hasil kali setiap fitur dengan bobot masing-masing. Nilai  $v$  tersebut di aktivasi dengan menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid biner* untuk mendapatkan sinyal keluarannya.

$$y_k(1) = \frac{1}{1 + e^{-v_j(p)}} \quad (4.10)$$

Nilai  $y_k(1)$  merupakan nilai pada neuron pertama. Selanjutnya dihitung nilai setiap neuron. Setiap neuron difungsikan dengan menggunakan *sigmoid biner*. Nilai pada neuron menjadi inputan menuju output. Selanjutnya nilai pada setiap neuron dikalikan dengan bobot baru.

$$v_j(p) = \sum_{i=1}^r x_k(p) \cdot w_{jk}(p) \quad (4.11)$$

Nilai yang didapatkan dari persamaan (4.11) tersebut difungsikan kembali sesuai dengan persamaan 4.12

$$y_k(1) = \frac{1}{1 + e^{-v_j(p)}} \quad (4.12)$$

Dari hasil perhitungan, masih ada selisih antara nilai yang didapat dengan nilai yang diharapkan. Perhitungan error nya dapat dihitung dengan persamaan 4.13 - 4.14

$$e_k(p) = y_{dk}(p) - y_k(p) \quad (4.13)$$

$$\delta_k(p) = y_k(p) \times [1 - y_k(p)] \times e_k(p) \quad (4.14)$$

Hitung koreksi bobot dengan learning rate nya 0.1:

$$\Delta w_{jk}(p) = n \times y_j(p) \times \delta_k(p) \quad (4.15)$$

SSE (*Sum Square Error*) digunakan melihat perbedaan nilai yang didapat dengan nilai yang diharapkan

#### 4.1.6 Perhitungan Error

Perhitungan error bertujuan untuk menentukan selisih dari nilai yang didapat dengan nilai yang diharapkan. Untuk perhitungan error ini dapat

menggunakan persamaan SSE dan ROC. SSE adalah mengukur kesalahan penggunaan estimasi persamaan regresi untuk menghitung nilai variabel terikat dari sampel. ROC digunakan untuk menghitung nilai sensitivitas dari nilai yang diperoleh dengan menggunakan persamaan 4.17 :

$$\text{Sensitivitas} = \frac{\text{Positif benar}}{\text{positif benar} - \text{negatif benar}} \times 100\% \quad (4.17)$$

Perhitungan sensitifitas pada persamaan 4.17 berkaitan dengan nilai positif benar dan negative benar. Nilai ini diperoleh berdasarkan ketentuan pada ROC

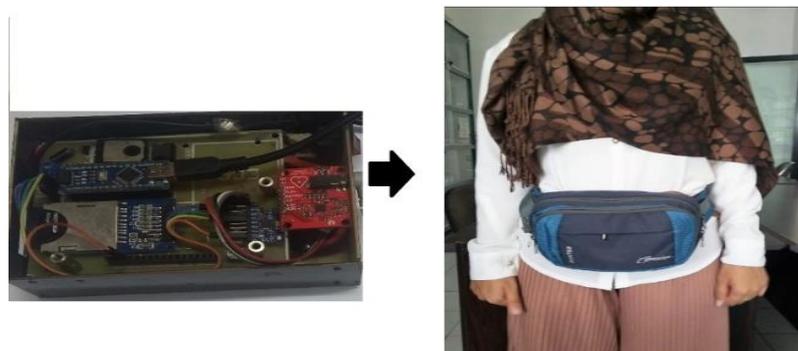
## 4.2 Percobaan Gerakan

Percobaan dilakukan pada 9 gerakan yaitu 3 gerakan jatuh, dan enam gerakan kegiatan sehari-hari. Gerakan jatuh terdiri dari gerakan jatuh kedepan, jatuh ke samping, dan jatuh kebelakang. Sedangkan kegiatan sehari-hari terdiri dari gerakan duduk, naik tangga, turun tangga, jongkok, tidur dan sholat.

Data diambil dari 16 partisipan yang terdiri dari 13 pria dan 3 wanita. Partisipan berada di usia 20 – 40 tahun dengan kondisi tubuh normal, tidak dalam kondisi sakit. Setiap partisipan melakukan sembilan gerakan, setiap gerakan diulang 5 kali. Satu kali gerakan dilakukan selama 10 detik. Total data yang didapat adalah 880 data yang terdiri dari 240 gerakan jatuh dan 640 data kegiatan sehari-hari.

### 4.2.1 Pemasangan alat

Pemasangan perangkat pada badan partisipan harus memiliki ketentuan yang dapat diamati pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Pemasangan alat pada partisipan

Gambar 4.6 menjelaskan tentang pemasangan perangkat pendeteksi jatuh.. Perangkat pendeteksi jatuh dimasukkan kedalam tas pinggang menghadap kedepan. Perangkat yang telah didalam pinggang partisipan harus sesuai dengan ketentuan dimana sumbu z mengarah ke badan, sumbu y kearah atas, dan sumbu x kearah kiri Pemasangan perangkat haru menghadap lurus kedepan dengan posisi saklar perangkat berada pada sebelah kiri partisipan. Sedangkan posisi slot SD Card terletak pada sebelah kanan partisipan. Pemasangan perangkat dengan ketentuan tersebut bertujuan mendapatkan nilai yang sama disetiap perulangan gerakan yang akan diujikan.

#### **4.2.2 Gerakan Jatuh Kedepan.**

Gerakan jatuh kedepan merupakan gerakan yang sudak sering dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Percobaan gerakan jatuh ini dilakukan karena tingginya kemungkinan para lansia mengalaminya. Untuk tata cara percobaan gerakan jatuh kedepan dapat diamati pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Gerakan Jatuh Kedepan

Percobaan gerakan dapat diamati pada Gambar 4.7. Gerakan diawali dengan berjalan selama 4 detik kemudian jatuh ke depan, setelah jatuh partisipan diposisi diam pasca jatuh kedepan selama 5 detik. Total waktu percobaan jatuh kedepan adalah 10 detik. Data untuk fitur pada gerakan jatuh kedepan diperoleh berdasarkan adalah nilai maksimum dan nilai minimum

#### **4.2.1 Gerakan jatuh kesamping**

Gerakan jatuh kesamping dicobakan karena sering dialami para lansia. Oleh karena itu, gerakan ini diajukan sebagai gerakan percobaan untuk melihat

apakah perangkat bisa mengenali gerakan jatuh kesamping tersebut. Untuk cara percobaannya, dapat diamati pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Gerakan Jatuh Kesamping

Gambar 4.8 menjelaskan proses percobaan gerakan jatuh kesamping. Percobaan gerakan jatuh kesamping dilakukan selama 10 detik. Gerakan diawali dengan berjalan selama 4 detik dan terjatuh kearah samping kiri. Percobaan gerakan jatuh kesamping akan selesai setelah partisipan diposisi diam pasca jatuh samping selama 5 detik.

#### 4.2.2 Gerakan Jatuh kebelakang

Gerakan jatuh kebelakang juga sering dialami oleh para lansia. Pada jatuh kebelakang bisa beresiko tinggi jika kepala bagian belakang membentur benda keras seperti lantai. Oleh karena itu, gerakan jatuh kebelakang diajukan sebagai gerakan percobaan dalam penelitian ini. Cara percobaannya dapat diamati pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Gerakan Jatuh Kebelakang

Untuk tata cara percobaan satu gerakan jatuh kebelakang pada Gambar 4.9, gerakan dilakukan selama 10 detik. Gerakan didahului dengan berjalan selama 4-5 detik, kemudian diikuti dengan jatuh kebelakang. Pada gerakan jatuh kebelakang ini, harus diperhatikan keselamatan partisipan. Harap gunakan bantal leher atau bantal biasa untuk mengamankan kepala partisipan disaat terjatuh kebelakang.

#### **4.2.3 Gerakan Duduk**

Gerakan duduk termasuk pada gerakan kegiatan yang biasa dilakukan pada lansia. Gerakan duduk dilakukan untuk melihat apakah perangkat pendeteksi jatuh dapat mengenali gerakan-gerakan diluar gerakan jatuh. Untuk mengetahui cara percobaan jatuh dapat diamati pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Gerakan Duduk

Pada Gambar 4.10 gerakan duduk dilakukan dengan bantuan kursi. Gerakan duduk diawali dengan berjalan selama 5 detik dan duduk di kursi selama 5 detik. Perangkat dihidupkan disaat partisipan akan memulai percobaan. Total waktu pengambilan data diposisi duduk adalah 10 detik.

#### **4.2.4 Gerakan Tidur**

Gerakan tidur diajukan sebagai gerakan percobaan pada penelitian ini bertujuan untuk melihat apakah perangkat mengenali partisipan gerakan tidur atau terjatuh. Gerakan tidur ini merupakan kegiatan yang biasa dilakukan para lansia. Selain pengenalan gerakan tidur terhadap gerakan jatuh, pengenalan gerakan tidur

diharapkan berbeda dengan pengenalan kegiatan aktivitas lainnya. Untuk penjelasan tahapan gerakan jatuh dapat diamati pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Gerakan Tidur

Tata cara percobaan gerakan tidur pada Gambar 4.11, partisipan dimulai dengan berjalan selama 4 detik, dilanjutkan duduk selama 1 detik kemudian merebahkan badan dengan posisi lurus menghadap ke atas selama 4-5 detik. Data yang digunakan sebagai fitur dalam penelitian ini adalah data disaat partisipan sudah diposisi tidur atau 5 detik terakhir dalam satu kali gerakan.

#### 4.2.5 Gerakan Jongkok

Gerakan jongkok merupakan kegiatan yang sering dilakukan lansia. Gerakan jongkok termasuk kedalam aktivitas rutin lansia dalam kehidupannya. Diharapkan perangkat yang diajukan dapat mengenali gerakan jongkok. Untuk tata cara percobaan gerakan jongkok, dapat diamati pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Gerakan Jongkok

Pada Gambar 4.12, gerakan jongkok memiliki kesamaan dengan gerakan duduk. Namun untuk gerakan jongkok terdapat ketentuan, yaitu gerakan jongkok harus dilakukan dengan kedua paha harus lurus dan datar. Gerakan ini bertujuan agar posisi alat tetap lurus dan tidak terganjal perut. Gerakan jongkok dimulai dengan berjalan selama 4 detik dan jongkok selama 5 detik. Data yang akan digunakan adalah data disaat partisipan berada pada posisi jongkok sempurna yaitu pada lima detik terakhir dalam satu kali percobaan gerakan.

#### 4.2.6 Gerakan Naik Tangga

Gerakan naik tangga merupakan gerakan yang memiliki resiko terjatuh pada lansia. Karena berkurangnya kekuatan pada tubuh lansia, mengakibatkan daya untuk menaiki anak tangga juga berkurang. Hal ini dapat mengakibatkan lansia terjatuh. Untuk mengenali kegiatan yang beresiko tersebut, pada penelitian ini dilakukan percobaan pengenalan gerakan naik tangga. Adapun tata cara percobaan gerakan naik tangga dapat diamati pada Gambar 4.13



Gambar 4.13 Gerakan Naik Tangga

Pada Gambar 4.13, partisipan yang telah dilengkapi perangkat pendeteksi jatuh melakukan kegiatan menaiki tangga. Naik tangga dilakukan selama 10 detik dengan hitungan dalam 1 detik, partisipan naik satu anak tangga dan diam beberapa saat. Dalam satu kali gerakan naik tangga ada 7 anak tangga yang dilewati. Ini berarti terdapat 7 data yang dapat diambil sebagai fitur pengenalan gerakan naik tangga. Dari fitur tersebut akan diamati berdasarkan nilai maksimum atau minimum tergantung perubahan yang terjadi setiap partisipan naik tangga

#### 4.2.7 Gerakan Turun Tangga

Gerakan turun tangga sudah banyak dilakukan pada penelitian sebelumnya. Sama seperti pada gerakan naik tangga, pada turun tangga juga beresiko terjatuh pada para lansia. Oleh karena itu, gerakan ini kembali dicobakan agar perangkat dapat mengenali dan membedakan tiap gerakan yang dilakukan para lansia. Untuk cara percobaan gerakan turun tangga yang dilakukan partisipan dapat diamati pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Gerakan Turun Tangga

Gambar 4.14 menjelaskan cara pelaksanaan pengambilan data pada gerakan turun tangga. Partisipan yang telah dilengkapi perangkat pendeteksi jatuh menuruni tangga selama 10 detik dengan hitungan dalam 1 detik partisipan turun satu anak tangga dan diam beberapa saat. Dalam satu kali gerakan turun tangga ada 7 anak tangga yang dilewati. Ini berarti terdapat 7 data yang dapat diambil sebagai fitur pengenalan gerakan turun tangga.

#### 4.2.8 Gerakan Sholat

Gerakan sholat ini merupakan terobosan baru didalam penelitian ini. Pada penelitian sebelumnya belum ada yang melakukan pengujian terhadap gerakan sholat. Landasan dari penggunaan sholat ini berdasarkan kemiripan beberapa gerakan didalam sholat dengan gerakan jatuh ataupun dengan gerakan kegiatan sehari-hari. Pada penelitian ini akan diukur nilai fitur pada posisi rukuk, perpindahan iktidal ke sujud dan posisi sujud.

#### **4.2.8.1 Gerakan Rukuk**

Gerakan rukuk merupakan gerakan kedua dalam satu rakaat sholat. Gerakan rukuk ini diambil sebagai gerakan percobaan pada penelitian ini untuk melihat apakah perangkat dapat membedakan posisi rukuk dengan gerakan aktivitas lainnya. Untuk cara percobaan posisi rukuk dapat diamati pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Gerakan Rukuk dalam Sholat

Pada Gambar 4.15, menjelaskan cara partisipan melakukan percobaan rukuk. Percobaan gerakan dilakukan dengan cara melakukan sholat satu rakaat penuh, satu gerakan dalam sholat dilakukan selama 5 detik. Total satu gerakan sholat dilakukan selama 35 detik. Pada detik ke 6 sampai ke 10 adalah gerakan rukuk. Posisi rukuk sempurna sesuai ketentuan dalam sholat adalah punggung partisipan harus lurus dengan kepala partisipan menghadap lurus kebawah melihat tempat sujud.

#### **4.2.8.2 Gerakan Perpindahan Iktidal ke Sujud**

Gerakan perpindahan iktidal ke sujud diajukan sebagai gerakan dalam penelitian ini. Pada penelitian sebelumnya, tidak ada yang menggunakan gerakan ini sebagai gerakan percobaan. Dari cara melakukan gerakannya, gerakan perpindahan iktidal ke sujud ini menyerupai gerakan jatuh kedepan. Namun yang membedakan dengan dari kedua gerakan tersebut adalah kecepatan jatuh dari posisi berdiri keposisi selanjutnya. Untuk cara percobaan gerakan perpindahan iktidal ke sujud dapat diamati pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Gerakan Iktidal ke Sujud

Gerakan perpindahan dari iktidal ke sujud dijelaskan pada Gambar 4.16. Perpindahan iktidal ke sujud ini diawali pada saat partisipan berada diposisi iktidal (berdiri lurus), kemudian partisipan menuju posisi sujud. Dalam urutannya dalam sholat, setelah partisipan melakukan gerakan rukuk, dilanjutkan dengan gerakan iktidal selama 5 detik. Setelah iktidal, partisipan melakukan gerakan sujud. Perpindahan dari posisi iktidal ke sujud menjadi gerakan yang akan di deteksi apakah terdeteksi jatuh atau tidak.

#### 4.2.8.3 Gerakan Sujud

Gerakan sujud merupakan gerakan baru yang dicobakan pada penelitian ini. Perangkat diharapkan dapat mengenali posisi sujud dan dapat membedakannya dengan aktivitas lainnya. Untuk tata cara percobaan gerakan sujud dapat diamati pada Gambar 4.17



Gambar 4.17 Gerakan Sujud

Berdasarkan Gambar 4.17, partisipan berada pada posisi sujud sempurna, dimana kedua kaki partisipan diposisi berdiri pada ujung kaki, sedangkan tangan partisipan berada disebelah kepala. Posisi sujud merupakan lanjutan dari iktidal. Sujud dilakukan selama 5 detik.

## **BAB 5**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan dipaparkan hasil pengujian dan analisis dari implementasi yang telah dibahas pada Bab 4. Pada sub-bab 5.1 akan dibahas akuisisi data. Sub-bab 5.2 akan membahas hasil pengenalan backpropagation sekaligus mencari akurasinya.

#### **5.1 Pengambilan Data**

Pengambilan data ini dilakukan diruangan B406, Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Pengambilan dilakukan kepada 16 partisipan yang terdiri atas 13 laki-laki dan 3 perempuan. Mengingat dalam melakukan pengambilan data ini terdapat kontak fisik bisa menyakitkan, maka pemilihan laki-laki sebagai partisipan lebih diutamakan dibandingkan dengan partisipan perempuan.

Disaat pengambilan data, keluaran perangkat pendeteksi jatuh sudah dalam sepuluh variabel, yaitu 3 sumbu accelerometer, nilai Sum Vector pada accelerometer, 3 sumbu gyroscope dan pitch roll yaw. Untuk ekstraksi fiturnya, menggunakan nilai min, max ataupun nilai rata-ratanya tergantung sumbu yang terpengaruhi oleh percepatan gerakan yang dilakukan.

Untuk satu kali pengambilan data, 1 gerakan dilakukan minimal 10 detik. Ada sembilan gerakan yang dipraktikkan oleh partisipan yaitu :

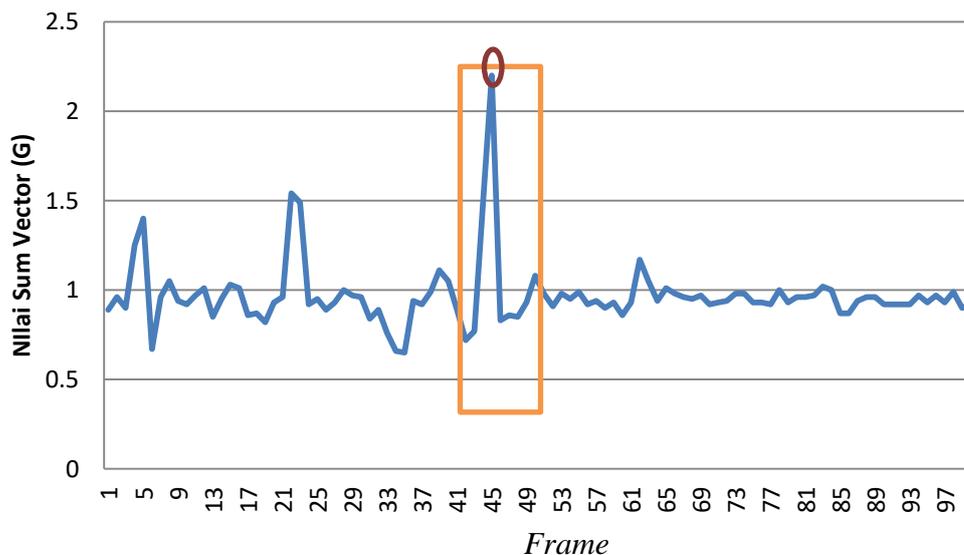
##### **5.1.1 Gerakan Jatuh Kedepan**

Data pengujian gerakan jatuh kedepan dapat diambil berdasarkan nilai maksimum, minimum atau nilai rata-rata pada satu gerakan. Pengambilan data untuk fitur gerakan jatuh kedepan biasanya terdapat pada detik empat atau lima atau disaat partisipan mulai terjatuh. Dari terjatuh tersebut akan terdapat perubahan nilai pada setiap fitur. Data pada Tabel 5.1 merupakan data pada detik empat dari total 10 detik pengambilan data. Pada detik ke empat tersebut terdapat 10 data

Tabel 5.1 Fitur Gerakan Jatuh Kedepan

No	Ax	Ay	Az	SV	Gx	Gy	Gz	Pitch	Roll	Yaw
1.	0.29	0.79	-0.29	0.89	-14.67	1.44	-5.21	18.84	62.7	-70.99
2.	0.22	0.66	-0.17	0.72	-15.43	-4.76	-4.32	17.76	67.08	-75.98
3.	0.29	0.66	-0.26	0.77	9.1	-3.03	9.01	21.95	59.44	-69.84
4.	0.5	1.26	-0.62	1.49	36.34	23.49	22.33	19.73	57.56	-65.36
5.	1.63	1.34	-0.95	2.2	75.49	-17.41	34.77	23.1	44.9	-53.86
6.	0.45	0.6	-0.36	0.83	70.03	-2.15	25	32.45	46.65	-64.64
7.	0.35	0.68	-0.38	0.86	55.47	6.75	25.84	24.13	52.68	-63.41
8.	0.29	0.59	-0.54	0.85	30.81	-8.89	9.92	20.02	43.7	-50.45
9.	0.37	0.47	-0.71	0.93	32.6	-13.05	25.47	23.8	30.22	-40.17
10	0.56	0.48	-0.8	1.08	43.05	-10.23	31.95	31.01	26.13	-42.67

Tabel 5.1 menjelaskan 10 fitur yang didapat dari 1 detik gerakan jatuh kedepan. Pada Tabel 5.1, perubahan nilai pada fitur Sum Vector terjadi pada data ke 5 yaitu mencapai 2.2, begitu juga dengan nilai pada fitur Ax, Ay dan Az yang mengalami kenaikan. Dengan demikian, data ke 5 merupakan data disaat partisipan terjatuh. Untuk melihat perubahan nilai Sum Vector pada Tabel 5.1 dapat diamati pada Gambar 5.1.

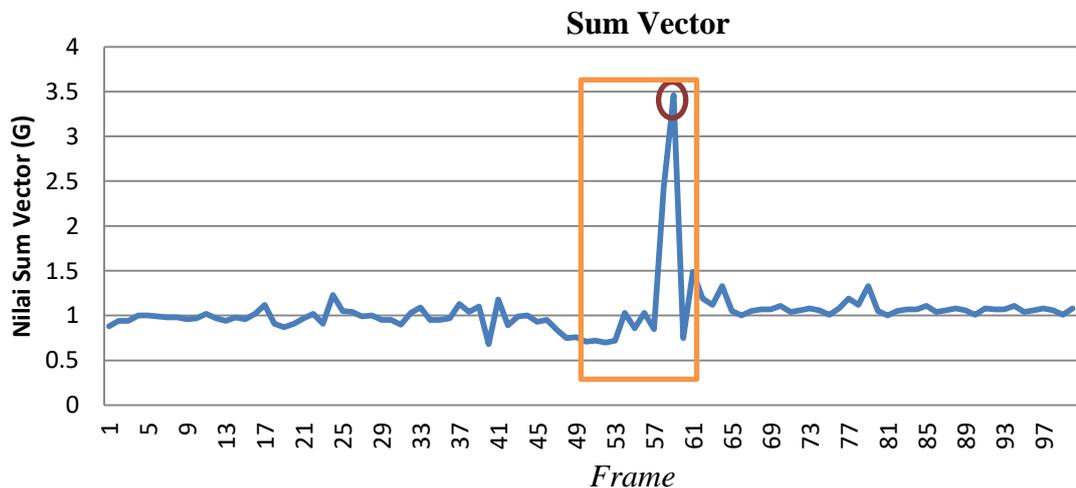


Gambar 5.1 Grafik nilai Sum Vector pada gerakan jatuh kedepan

Gambar 5.1 merupakan data Sum Vector dalam 10 detik gerakan jatuh kedepan. Yang ditandai dengan tanda kotak kuning merupakan data pada Tabel 5.1. Pada Gambar 5.1 dapat diamati bahwa perubahan nilai Sum Vector berada pada data ke 40 sampai data ke 50. Nilai maksimum perubahannya adalah 2.2G pada lingkaran merah.

### 5.1.2 Gerakan Jatuh Kesamping

Sepuluh fitur dari gerakan jatuh kesamping diambil berdasarkan nilai maksimum, minimum dan nilai rata-rata. Perubahan nilai pada gerakan jatuh kesamping biasanya terdapat pada detik empat atau lima. Gambar 5.2 merupakan fitur Sum Vector dalam 10 detik percobaan gerakan jatuh kesamping.



Gambar 5.2 Grafik nilai Sum Vector pada gerakan jatuh kesamping

Gambar 5.2 merupakan grafik Sum Vector dalam sepuluh detik percobaan. Perubahan nilai terjadi pada *frame* 50 sampai *frame* 60 atau yang berada pada kotak kuning. *Frame* nomor 1 sampai *frame* ke 50 merupakan *frame* disaat partisipan sedang berjalan. Sedangkan *frame* 60 sampai seratus merupakan *frame* disaat partisipan sudah pada posisi dilantai pasca terjatuh. Nilai maksimum pada perubahan tersebut berada pada nilai 3.46G atau yang tunjukkan pada lingkaran merah. Kotak kuning merupakan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu pada *frame* 50 sampai *frame* 60 atau berada pada detik kelima. *Frame* pada kotak kuning dapat diamati pada Tabel 5.2

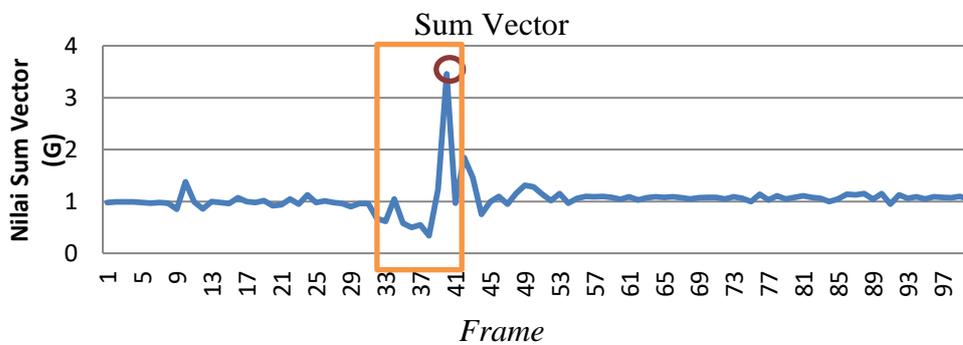
Tabel 5.2 Fitur Gerakan Jatuh Kesamping

	Ax	Ay	Az	SV	Gx	Gy	Gz	Pitch	Roll	Yaw
1.	0.31	0.59	-0.19	0.7	-3.54	62.18	53.13	26.78	58.21	-74.15
2.	0.29	0.65	-0.09	0.72	2.16	71.46	68.98	24.08	64.65	-82.53
3.	0.51	0.64	-0.62	1.03	17.2	101.48	70.8	30.1	38.44	-53.01
4.	0.06	0.86	0.01	0.86	-10.79	118.47	65.84	3.67	86.3	89.5
5.	0.66	0.79	0.05	1.03	-56.66	147.25	125.82	39.62	50.26	87.46
6.	0.71	0.13	0.45	0.85	-80.32	140.58	70.78	56.66	8.86	58.16
7.	1.4	1.31	1.48	2.42	-153.4	120.61	127.9	35.28	32.69	52.26
8.	2	-2	2	3.46	-250.1	48.47	210.38	35.26	-35.27	54.74
9.	-0.58	-0.47	-0.08	0.75	-50.66	53.16	15.02	50.96	-38.42	-84.07
10	1.29	0.26	0.71	1.49	-12.66	13.84	36.73	59.59	10.14	61.66

Tabel 5.2 menjelaskan sepuluh fitur yang didapat pada detik kelima gerakan jatuh kesamping. Nilai minimum dapat diambil pada fitur Ay, Gx, dan Gy sedangkan pengambilan nilai maksimum dapat digunakan pada fitur Ax, Az, Sum Vector dan Gz. Untuk nilai maksimum pada fitur Sum Vector, terjadi pada *frame* kedelapan dari total sepuluh *frame* pada detik ke lima tersebut. Nilai maksimal pada fitur Sum Vector adalah 3.46G

### 5.1.3 Gerakan Jatuh Kebelakang

Untuk memperoleh sepuluh fitur dari gerakan jatuh kebelakang, diambil berdasarkan nilai maksimum, minimum dan nilai rata-rata. Untuk melihat perubahan nilai fitur Sum Vector dapat diamati pada Gambar 5.3



Gambar 5.3 Grafik nilai Sum Vector accelerometer pada gerakan jatuh kebelakang

Gambar 5.3 merupakan grafik Sum Vector dalam sepuluh detik percobaan. Perubahan nilai terjadi pada *frame* 30 sampai *frame* 40 atau yang berada pada kotak kuning. *Frame* nomor 1 sampai *frame* ke 30 merupakan *frame* disaat partisipan sedang berjalan. Sedangkan *frame* 40 sampai seratus merupakan *frame* disaat partisipan sudah pada posisi dilantai pasca terjatuh. Nilai maksimum pada perubahan tersebut berada pada nilai 3.46G atau yang tunjukkan pada lingkaran merah. Kotak kuning merupakan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu pada *frame* 30 sampai *frame* 40 atau berada pada detik ketiga. *Frame* pada kotak kuning dapat diamati pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 Fitur Gerakan Jatuh Kebelakang

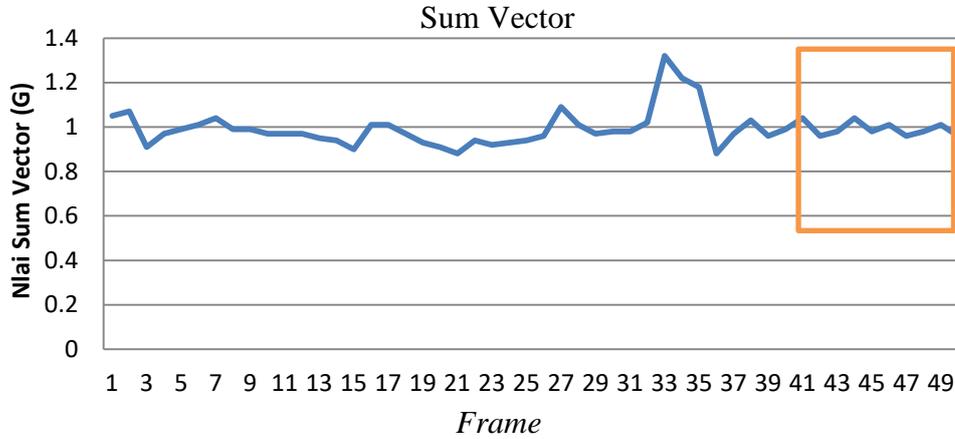
No	Ax	Ay	Az	SV	Gx	Gy	Gz	Pitch	Roll	Yaw
1.	0.1	0.54	-0.18	0.58	-61.6	-19.37	-36.27	9.74	69.74	-72.41
2.	0.04	0.49	0.11	0.5	-19.89	-38.36	-13.71	4.6	76.2	77.01
3.	0.14	0.53	0.05	0.55	-97.13	-33.5	-60.78	14.28	74.88	85.13
4.	0.19	0.24	0.15	0.34	-100.9	-24.15	-35.14	33.97	43.89	62.92
5.	-0.64	0.43	0.95	1.23	-125.7	-118.5	-67.32	-31.58	20.44	39.02
6.	-2	2	2	3.46	-73.56	-75.57	35.71	-35.27	35.26	54.74
7.	0.3	0.9	0.19	0.97	-239.2	-105.3	-88.25	18.13	68.56	78.95
9.	-0.29	-0.08	1.82	1.85	-250.1	-175.7	-104.4	-9.09	-2.54	9.44
9.	0.21	-0.43	1.37	1.46	-159.8	-93.44	-68.26	8.22	-17.15	19.13
10	0.2	-0.46	0.56	0.75	-93.52	-64.95	-83.14	15.28	-37.36	41.42

Tabel 5.3 menjelaskan fitur yang didapat dari satu detik gerakan jatuh kebelakang. Perubahan nilai akibat terjatuh terdapat pada *frame* keenam. Nilai minimum dapat diambil pada fitur Ax, Gx, dan Gy sedangkan nilai maksimum diambil pada fitur Ay, Az, Sum Vector dan Gz. Nilai maksimum pada fitur Sum Vector pada Tabel 5.3 adalah 3.46G

#### 5.1.4 Gerakan Duduk

Untuk memperoleh sepuluh fitur dari gerakan duduk, dapat diambil berdasarkan nilai rata-rata. Pengambilan nilai rata-rata ini tidak ditentukan berdasarkan waktu, kerana setiap detik mendapatkan nilai *frame* yang hampir

mendekati. Untuk melihat grafik Sum Vector pada gerakan duduk, dapat diamati pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Grafik nilai Sum Vector accelerometer pada posisi duduk

Pada Gambar 5.4 dapat diamati bahwa tidak ada perubahan nilai yang drastis. Nilai tiap *frame* berada pada range 0.9 sampai 1.3. Range data pada fitur Sum Vector untuk gerakan duduk ini sangat kecil. Oleh karena itu data diambil berdasarkan nilai rata-rata. Kotak kuning pada Gambar 5.4 merupakan sepuluh buah data gerakan duduk. Untuk melihat nilai pada kotak kuning, dapat diamati pada Tabel 5.4

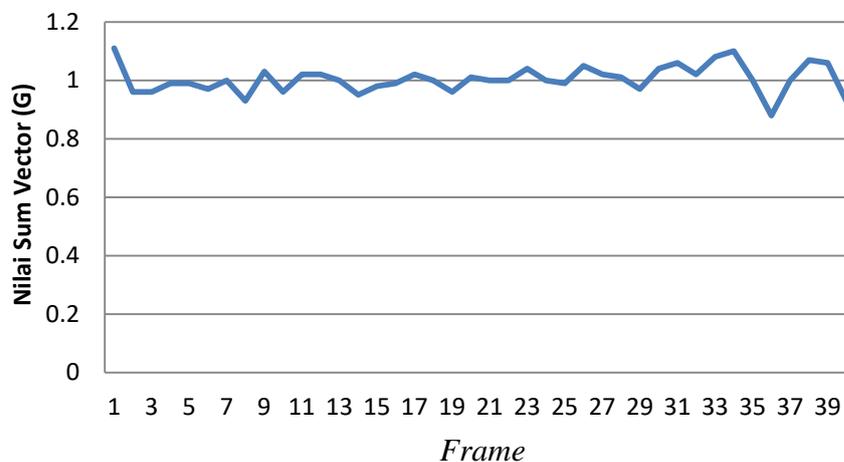
Tabel 5.4 Fitur posisi duduk

No	Ax	Ay	Az	SV	Gx	Gy	Gz	Pitch	Roll	Yaw
1.	0.23	0.87	-0.39	0.98	-22.08	-1.63	-10.88	13.53	62.37	-66.39
2.	0.2	0.92	-0.4	1.02	-38.44	-1.76	-5.73	11.58	64.15	-67.22
3.	0.36	1.19	-0.46	1.32	-59.16	-9.29	1.44	15.98	63.8	-69.81
4.	0.28	1.16	-0.22	1.22	-87.2	2.85	-3.88	13.07	73.05	-79.41
5.	0.44	1.08	0.21	1.18	-102.9	19.87	30.27	21.64	65.92	79.95
6.	0.19	0.84	0.17	0.88	-64.56	38.45	-14.85	12.36	73.4	79.09
7.	0.15	0.96	0.01	0.97	-32.8	16.3	-12.44	8.87	81.12	89.6
8.	0.19	1.01	0.01	1.03	-26.89	7.01	4.21	10.74	79.24	89.39
9.	0.17	0.95	0.04	0.96	-10.91	3.39	1.71	10.31	79.47	87.9
10	0.23	0.96	0.13	0.99	-14.33	2.05	-6.73	13.37	74.54	82.37

Tabel 5.4 merupakan data dari sepuluh buah fitur pada gerakan duduk. Dapat diamati bahwa data tiap *frame* tidak mengalami perubahan nilai yang signifikan. Mulai dari *frame* pertama sampai *frame* terakhir, nilai setiap *frame* masih konstan. Pengambilan data fitur gerakan duduk biasanya terdapat pada empat atau lima detik terakhir.

### 5.1.5 Gerakan Tidur

Untuk memperoleh sepuluh fitur pada gerakan tidur, diambil berdasarkan nilai rata-rata dari 40 *frame*. Gambar 5.5 merupakan contoh grafik fitur sum vector pada gerakan tidur.



Gambar 5.5 Grafik nilai Sum Vector accelerometer pada posisi tidur

Gambar 5.5 menjelaskan grafik sum vector pada posisi tidur. Jumlah *frame* yang digunakan hanya 40 *frame*. Penggunaan 40 *frame* dikarenakan posisi tidur sempurna pada percobaan hanya dilakukan pada 40 detik terakhir. Dari 40 *frame* fitur Sum Vector pada Gambar 5.4, pemilihan data untuk pengenalan gerakan diambil berdasarkan nilai rata-rata. Pada gerakan tidur fitur sum vector tidak mengalami perubahan yang drastis. Dari *frame* pertama sampai *frame* ke 40, nilai sum vector berada pada 0.9 sampai 1.1. Range ini terlalu kecil jika kita menggunakan nilai maksimum atau nilai minimum untuk menemukan data yang digunakan sebagai fitur. Untuk lebih jelasnya tentang rentang nilai pada setiap fitur, dapat diamati pada Tabel 5.5

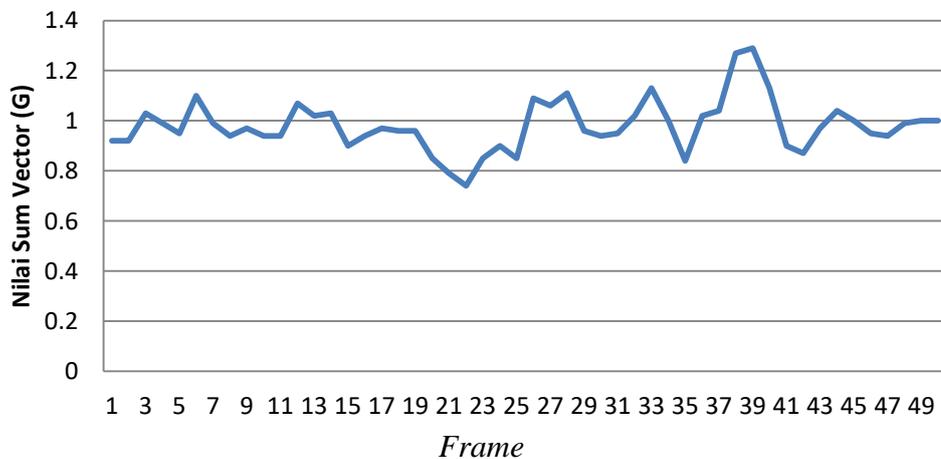
Tabel 5.5 Fitur rata-rata diposisi tidur

No	Ax	Ay	Az	SV	Gx	Gy	Gz	Pitch	Roll	Yaw
1.	0.22	0.36	0.75	0.33	0.41	0.42	0.36	0.29	0.42	0.64
2.	0.17	0.35	0.72	0.32	0.43	0.45	0.33	0.23	0.41	0.69
3.	0.22	0.31	0.75	0.33	0.43	0.47	0.35	0.28	0.37	0.65
4.	0.25	0.29	0.76	0.33	0.47	0.54	0.37	0.33	0.35	0.61
5.	0.27	0.27	0.75	0.31	0.52	0.51	0.35	0.34	0.32	0.61
6.	0.23	0.33	0.76	0.33	0.53	0.53	0.37	0.30	0.39	0.63
7.	0.22	0.35	0.74	0.31	0.51	0.53	0.36	0.28	0.40	0.65
8.	0.22	0.34	0.73	0.31	0.50	0.51	0.35	0.28	0.39	0.65
9.	0.23	0.33	0.74	0.31	0.49	0.52	0.34	0.29	0.38	0.64
10	0.24	0.32	0.75	0.32	0.50	0.52	0.35	0.31	0.37	0.63

Berdasarkan Tabel 5.5, dapat diamati bahwa semua *frame* pada setiap fitur tidak mengalami perubahan yang drastis. Setiap fitur pada satu detik gerakan tidur berada pada range yang kecil. Oleh karena itu, penggunaan nilai rata-rata dalam pemilihan data fitur dianggap lebih tepat.

### 5.1.6 Gerakan Jongkok

Untuk memperoleh data inputan pada 10 fitur dari gerakan jongkok berdasarkan nilai rata-rata. Gambar 5.6 menjelaskan alasan pengambilan data berdasarkan nilai rata-rata.



Gambar 5.6 Grafik nilai Sum Vector Accelerometer pada posisi jongkok

Pada Gambar 5.6 merupakan data pada fitur sum vector pada gerakan jongkok. Jumlah frame yang digunakan adalah sebanyak 50. Berdasarkan Gambar 5.6 dapat diamati bahwa perubahan nilai tiap *frame* tidak besar. Nilai yang diperoleh berada pada range 0.7G sampai 1.3G. Range ini dianggap kecil jika harus menggunakan nilai maksimum dan nilai minimum. Untuk melihat pada sepuluh fitur dapat diamati pada Tabel 5.6.

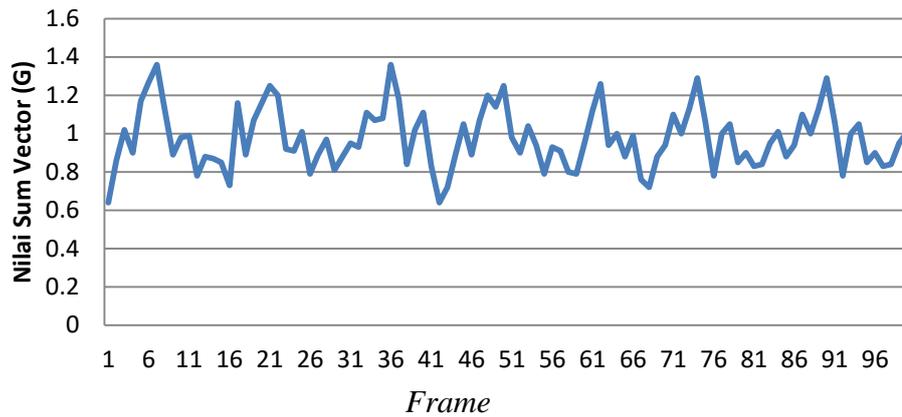
Tabel 5.6 Fitur rata-rata diposisi jongkok

No	Ax	Ay	Az	SV	Gx	Gy	Gz	Pitch	Roll	Yaw
1.	0.37	0.68	-0.16	0.79	4.96	-30.06	20.77	28.12	59.27	-78.61
2.	0.35	0.61	-0.22	0.74	29.6	-10.85	22.24	28.81	55.67	-72.97
3.	0.23	0.81	-0.08	0.85	35.4	-7.44	14.66	15.96	73.03	-84.38
4.	0.26	0.83	-0.23	0.9	-2	0.15	0.05	16.81	67.25	-75.12
5.	0.31	0.73	-0.31	0.85	17.28	-17.78	8.9	21.37	58.94	-68.58
6.	0.35	0.97	-0.37	1.09	7.49	-30.7	-13.71	18.47	62.44	-70.29
7.	0.4	0.92	-0.35	1.06	-0.13	-31.76	-24.97	21.88	60.32	-70.97
8.	0.27	0.98	-0.44	1.11	-24.15	-5.11	-36.05	14.15	62.23	-66.63
9.	0.17	0.92	-0.21	0.96	-34.24	8.55	-22.64	9.99	73.65	-77.19
10	0.24	0.83	-0.37	0.94	-11.17	11.37	-8.08	14.93	61.85	-66.72

Berdasarkan Tabel 5.6, dapat diamati bahwa data pada setiap fitur berada pada range yang kecil. Tidak terjadi perubahan yang signifikan sehingga mengakibatkan perubahan nilai fitur yang drastis. Oleh karena itu, penggunaan nilai rata-rata dianggap lebih bagus untuk pengenalan gerakan jongkok

### 5.1.7 Gerakan Naik Tangga

Pengambilan data untuk semua fitur dari gerakan naik tangga diambil dari nilai maksimum dan nilai minimum. Untuk 1 kali percobaan gerakan naik tangga, terdapat tujuh langkah anak tangga yang dinaiki. Dengan demikian, terdapat tujuh data yang dapat digunakan sebagai fitur dalam satu kali gerakan naik tangga. Untuk lebih jelas, dapat diamati pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Grafik nilai Sum Vector pada gerakan naik tangga

Dari Gambar 5.7, dapat diamati bahwa terdapat perubahan nilai dari posisi awal. Seperti pada data ke 1 sampai 10, terjadi peningkatan nilai fitur sum vector dari 0.6 menjadi 1.3. Oleh karena itu, penggunaan fitur nilai maksimum dan nilai minimum dianggap lebih baik. Untuk melihat semua fitur pada gerakan naik tangga dapat diamati pada Tabel 5.7

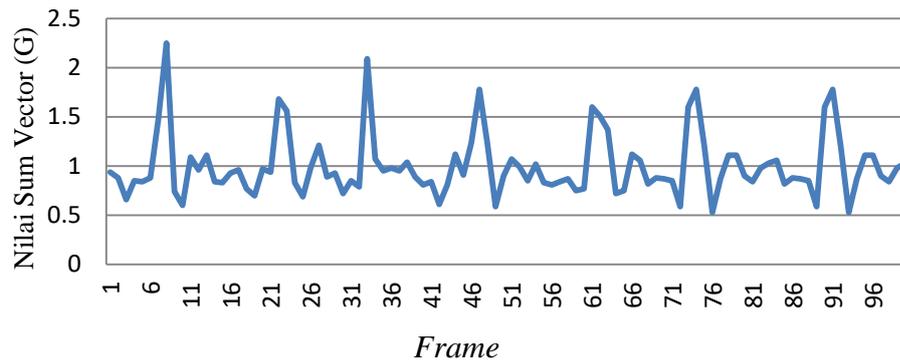
Tabel 5.7 Fitur Gerakan Naik Tangga

No	Ax	Ay	Az	SV	Gx	Gy	Gz	Pitch	Roll	Yaw
1.	0.23	0.57	-0.19	0.64	4.81	24.92	20.65	20.99	62.55	-73.13
2.	0.39	0.75	-0.16	0.86	6.96	-6.56	23.21	26.65	60.85	-79.06
3.	0.39	0.93	-0.17	1.02	5.65	-16.74	-2.67	22.29	65.43	-80.19
4.	0.37	0.81	-0.12	0.9	8.11	-22.69	-10.26	24.19	64.45	-82.27
5.	0.44	1.02	-0.38	1.17	1.7	-19.58	-5.35	22.03	60.22	-70.99
6.	0.33	1.12	-0.27	1.27	-0.38	-7.05	3.57	24.85	61.97	-77.87
7.	0.53	1.22	-0.57	1.36	11.65	-15.09	-11.18	14	64.01	-68.56
8.	0.39	0.91	-0.54	1.12	9.99	-34.93	-13.55	20.28	53.84	-61.47
9.	0.16	0.73	-0.48	0.89	7.89	-26.69	-15.7	10.58	55.49	-57.6
10	0.34	0.82	-0.44	0.98	20.03	-16.57	-19.76	19.95	56.03	-63.74

Tabel 5.7 merupakan sepuluh buah data dari satu kali percobaan naik tangga. Tabel 5.7 ini merupakan satu langkah menaiki anak tangga. Dapat diamati bahwa terdapat perubahan nilai disetiap fiturnya. Perubahan nilai ini terjadi sangat tinggi.

### 5.1.8 Gerakan Turun Tangga

Pengambilan data untuk semua fitur dari gerakan naik tangga diambil dari nilai maksimum dan nilai minimum. Untuk 1 kali percobaan gerakan turun tangga, terdapat tujuh langkah anak tangga yang dituruni. Dengan demikian, terdapat tujuh data yang dapat digunakan sebagai fitur dalam satu kali gerakan turun tangga. Untuk lebih jelas, dapat diamati pada Gambar 5.7.



Gambar 5.8 Grafik nilai Sum Vector accelerometer

Berdasarkan Gambar 5.8 dapat diamati dengan jelas bahwa dalam 100 data satu kali percobaan turun tangga terdapat 7 perubahan nilai. Ini berarti bahwa setiap langkah partisipan dalam menuruni tangga terjadi perubahan nilai pada fitur sum vector. Untuk lebih jelasnya dapat diamati pada Tabel 5.8

Tabel 5.8 Fitur Gerakan Turun Tangga

No	Ax	Ay	Az	SV	Gx	Gy	Gz	Pitch	Roll	Yaw
1.	0.31	0.74	-0.19	0.83	9.15	8.09	-2.84	22.34	63.8	-77.03
2.	0.23	0.88	-0.19	0.93	5.37	-4.82	-26.85	14.37	71.23	-78.19
3.	0.15	0.91	-0.26	0.96	1.88	-11.48	-32.92	9.23	71.43	-74.02
4.	0.23	0.7	-0.24	0.77	6.93	-14.53	-17.27	17.48	64.4	-71.91
5.	0.14	0.64	-0.26	0.7	24.94	-15.17	-2.79	11.67	64.73	-67.92
6.	0.19	0.94	-0.08	0.97	-8.01	-8.25	-12.92	11.56	77.5	-85.32
7.	0.26	0.81	-0.4	0.94	-7.34	1.44	7.57	15.79	59.52	-64.66
8.	0.44	1.56	-0.43	1.68	29.51	43.31	7.31	15.07	68.49	-75.01
9.	0	1.32	-0.83	1.56	-49.11	48.86	7.89	0.12	58.04	-58.04
10	0.08	0.81	-0.15	0.83	4.21	3.32	-18.18	5.59	77.88	-79.28

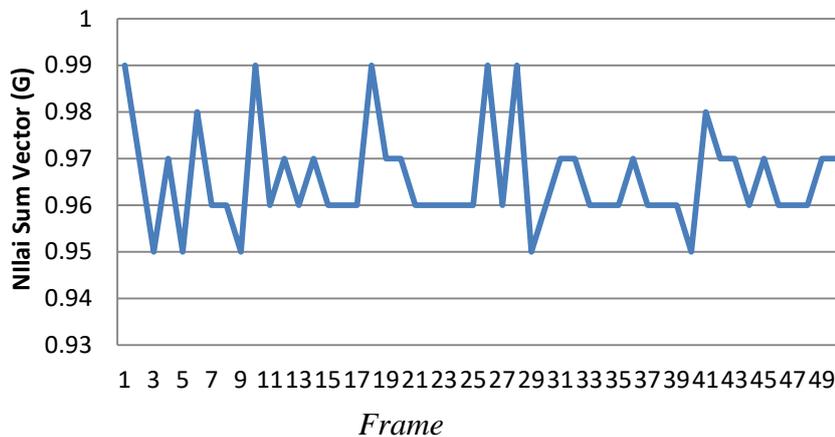
Tabel 5.8 merupakan sepuluh data dalam satu kali percobaan turun tangga. Data pada Tabel 5.8 adalah satu langkah menuruni tangga. Dapat diamati pada setiap fitur terdapat perubahan yang drastis. Misalkan pada fitur sum vector terjadi perubahan nilai mencapai 1.68G. Sedangkan pada fitur lain juga mengalami peningkatan atau penurunan nilai.

### 5.1.9 Gerakan Sholat

Gerakan sholat ini menjadi pembeda pada penelitian sebelumnya. Pada umumnya, output perangkat gerakan sholat ini hampir menyerupai output gerakan lainnya, maka dari itu dipilih gerakan tertentu yang dapat menjadi fitur. Dalam 1 gerakan sholat, diambil 3 gerakan untuk variabel inputan pengenalan.

#### 5.1.9.1 Gerakan Rukuk

Posisi rukuk merupakan bagian dari gerakan sholat. Dalam urutannya, gerakan rukuk dilakukan setelah gerakan berdiri. Pengambilan data sholat dilakukan selama 35 detik, sedangkan posisi rukuk berada pada detik enam sampai detik sepuluh. Gambar 5.9 merupakan nilai Sum Vector pada posisi rukuk selama 5 detik.



Gambar 5.9 Fitur rata-rata nilai Sum Vector pada posisi rukuk

Dari 5 detik percobaan gerakan rukuk pada Gambar 5.9, dapat di ambil nilai rata-ratanya. Nilai rata-rata tersebut di hitung semenjak awal posisi rukuk sampai gerakan rukuk selesai. Perubahan nilai pada fitur sum vector sangat kecil yaitu berada pada range 0.95 ke 0.99. Tabel 5.9 memaparkan data dari tiap-tiap fitur yang dapat diambil untuk gerakan rukuk dalam sholat.

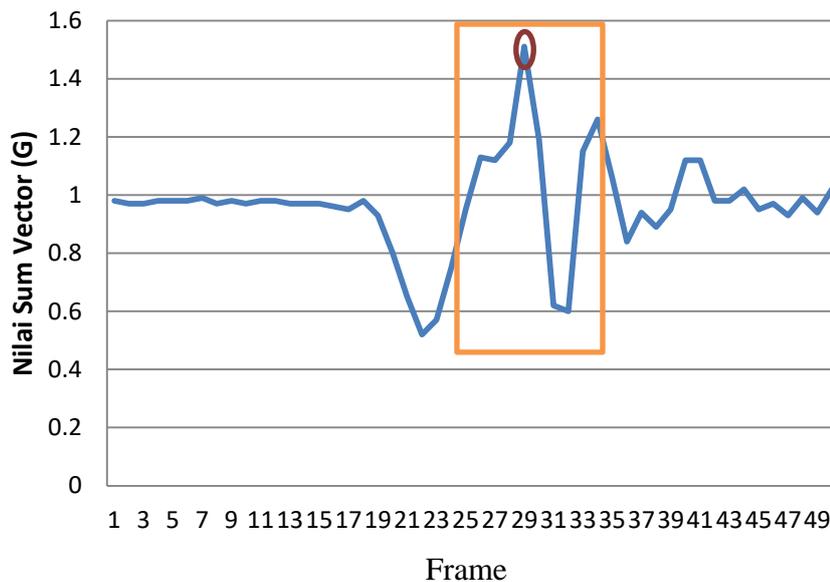
Tabel 5.9 Fitur Gerakan Rukuk dalam Sholat

No	Ax	Ay	Az	SV	Gx	Gy	Gz	Pitch	Roll	Yaw
1.	0.31	0.45	-0.83	0.99	4.53	-0.69	-0.51	18.07	27.02	-33.37
2.	0.3	0.45	-0.8	0.97	1.83	-0.48	-0.96	18.34	27.39	-33.88
3.	0.29	0.41	-0.8	0.95	1.76	-0.36	-1.01	18.08	25.75	-32.27
4.	0.29	0.43	-0.82	0.97	2.31	-0.64	0.03	17.51	26.43	-32.5
5.	0.28	0.41	-0.81	0.95	1.46	-0.2	0.95	17.3	25.35	-31.41
6.	0.29	0.42	-0.83	0.98	1.52	0.23	1.99	17.07	25.58	-31.48
7.	0.29	0.41	-0.82	0.96	0.98	-0.99	1.69	17.42	25.45	-31.58
8.	0.29	0.41	-0.82	0.96	-0.9	-0.24	0.08	17.62	25.21	-31.5
9.	0.28	0.41	-0.81	0.95	-0.86	-0.03	1.19	17.45	25.62	-31.75
10	0.28	0.42	-0.85	0.99	-2.95	-0.15	1.15	16.6	25.19	-30.84

Berdasarkan Tabel 5.9 dapat diamati bahwa pada tiap-tiap fitur tidak mengalami perubahan yang tinggi, jadi pemilihan data berdasarkan nilai rata-rata dianggap terbaik. Sedangkan pada fitur Gx, Gy dan Gz terjadi perubahan nilai, namun kembali lagi ke posisi normal. Untuk fitur Gx, Gy dan Gz digunakan nilai rata-ratanya.

### 5.1.9.2 Gerakan Perpindahan Dari Iktidal Ke Sujud

Perpindahan dari iktidal ke sujud ini menyerupai gerakan jatuh kedepan. Perbedaannya adalah kecepatan terjatuh dengan gerakan perpindahan dari I'tidal ke sujud ini berbeda. Pada gerakan jatuh menghasilkan kecepatan yang lebih cepat jika dibandingkan dengan gerakan I'tidal ke sujud. Data yang diambil untuk semua fitur pengujian adalah data disaat perpindahan dari posisi I'tidal (posisi berdiri sesudah rukuk) menuju gerakan sujud. Untuk gerakan ini hanya dilakukan paling lama 2 detik. Data dapat diperoleh berdasarkan nilai maksimum, nilai minimum atau rata-rata pada tiap fitur. Gambar 5.10 memaparkan fitur Sum Vector pada gerakan perpindahan dari I'tidal ke sujud.



Gambar 5.10 Fitur maksimum gerakan iktidal ke sujud

Dari Gambar 5.10 dapat diamati perubahan nilai pada fitur sum vector. Perubahan tersebut berupa peningkatan nilai dari kondisi awal. Nilai maksimal yang terbaca adalah 1.51G. Kotak kuning merupakan 10 buah data yang dapat diamati pada Tabel 5.10. Untuk lebih jelasnya perubahan data, dapat diamati pada Tabel 5.10

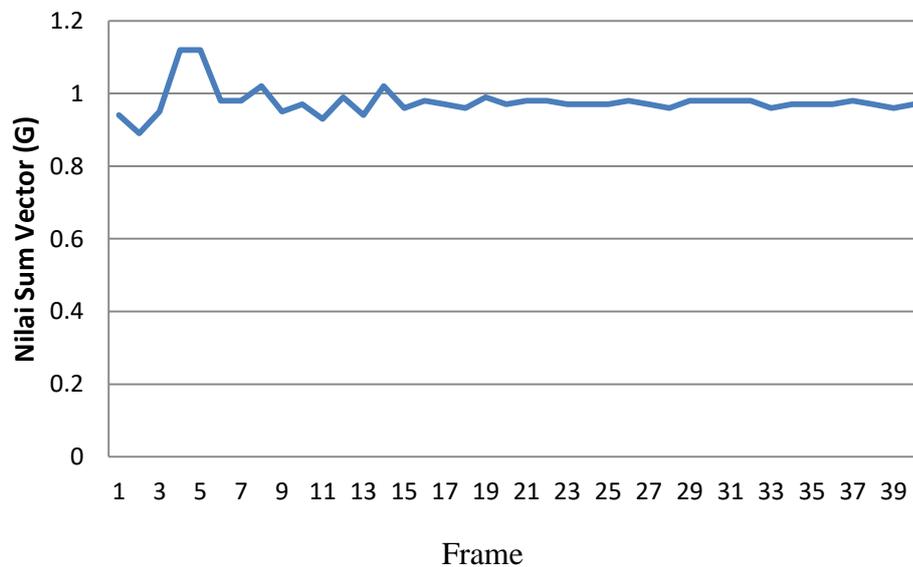
Tabel 5.10 Fitur Perpindahan dari Iktidal ke Sujud

No	Ax	Ay	Az	SV	Gx	Gy	Gz	Pitch	Roll	Yaw
1.	0.22	0.88	-0.26	0.95	5.25	5.67	-4.44	13.43	68.72	-73.81
2.	0.25	1.08	-0.21	1.13	-13.82	16.98	-5.18	12.7	73.43	-79.54
3.	0.2	1.08	-0.21	1.12	-51.63	15.96	-19.18	10.58	74.78	-79.19
4.	0.27	1.13	-0.18	1.18	-55.24	-1.7	-13.05	13.23	74.08	-81.3
5.	0.29	1.46	-0.26	1.51	-46.88	13.06	-11.48	11.1	75.11	-80.21
6.	0.24	1.16	0.06	1.19	-43.21	17.24	-13.27	11.73	77.93	87.17
7.	0.03	0.62	0.08	0.62	25.34	11.14	11.88	2.94	81.9	82.46
8.	0.13	0.21	-0.55	0.6	143.86	-4.41	37.82	12.18	20.04	-23.73
9.	0.48	0.78	-0.7	1.15	143.63	-46.97	67.79	24.48	42.8	-52.73
10	0.43	1.07	-0.5	1.26	126.08	-39.69	30.95	19.83	58.37	-66.43

Berdasarkan Tabel 5.10 dapat diamati bahwa terdapat perubahan nilai yang drastis pada data kelima. Perubahan tersebut bisa dalam bentuk peningkatan ataupun penurunan nilai. Pada fitur Sum Vector, nilai perubahan terbaca sebesar 1.51G.

### 5.1.9.3 Gerakan Sujud

Data yang akan diambil sebagai fitur pada posisi sujud berdasarkan nilai rata-rata. Gerakan sujud dilakukan sesudah I'tidal. Data yang digunakan sebanyak 50 data yang diperoleh dari 5 detik percobaan gerakan sujud. Dari Gambar 5.11 dapat diamati bahwa pada posisi sujud, nilai Sum Vector tidak terjadi perubahan yang drastis



Gambar 5.11 Fitur rata-rata variabel Sum Vector pada posisi sujud

Pada Gambar 5.11 terdapat empat puluh frame yang dapat dijadikan inputan pada penelitian ini. Untuk nilai yang diperoleh pada Gambar 5.11 dapat diamati bahwa dari data pertama hingga data terakhir tidak terdapat perubahan nilai yang tinggi. Perubahan hanya terjadi pada sepuluh frame diawal dan perubahan tersebut masih dalam range yang kecil. Oleh karena itu, untuk pemilihan data dilakukan berdasarkan nilai rata-rata. Untuk lebih jelasnya dapat diamati pada Tabel 5.11

Tabel 5.11 Nilai fitur posisi sujud selama 1 detik

No	Ax	Ay	Az	SV	Gx	Gy	Gz	Pitch	Roll	Yaw
1.	0.2	-0.66	-0.7	0.98	-2.83	-0.34	0.72	11.84	-41.98	-44.4
2.	0.22	-0.65	-0.7	0.98	-3.72	0.27	0.63	12.73	-41.61	-44.4
3.	0.2	-0.64	-0.69	0.96	-3.34	0.34	1.29	11.85	-41.9	-44.32
4.	0.2	-0.66	-0.69	0.97	-2.15	0.83	1.06	12.19	-42.48	-45.04
5.	0.19	-0.64	-0.7	0.97	-4.38	0.21	0.56	11.48	-41.46	-43.74
6.	0.2	-0.66	-0.68	0.97	-2.66	0.11	1.08	11.71	-42.77	-45.13
7.	0.21	-0.66	-0.7	0.98	-2.3	0.64	2.05	12.25	-42.37	-44.95
8.	0.21	-0.66	-0.69	0.97	-5.23	-0.47	0.84	12.47	-42.38	-45.06
9.	0.21	-0.64	-0.69	0.96	-4.37	-0.2	-0.23	12.83	-41.64	-44.48
10	0.21	-0.65	-0.69	0.97	-2.83	-0.52	0.02	12.81	-41.88	-44.71

Pada Tabel 5.11, semua fitur yang digunakan tidak mengalami perubahan drastis. Hanya pada fitur Gx, Gy, dan Gz yang mengalami perubahan. Hal ini bukan sebuah masalah, karena pada fitur dari sensor Gyroscope berlandaskan pada sudut kemiringan, jadi jika berubah nilai sudut yang terjadi dianggap sama. Dengan demikian, pemilihan dengan menggunakan nilai rata-rata dianggap yang terbaik.

## 5.2 Hasil Backpropagation

Back propagation digunakan untuk pengenalan gerakan. Setiap gerakan terdapat 10 variabel inputan backpropagation dan di tambah 1 bias. Backpropagation pada penelitian ini menggunakan 10 neuron dengan satu output. Dari 10 variabel inputan backpropagation, terdapat 660 data training, sedangkan untuk data testing terdapat 220 data. Pengenalan gerakan menggunakan backpropagation ini dilakukan sebanyak 3 kali. Pada percobaan pertama dengan menggunakan iterasi 10.000 epoch, yang kedua dengan iterasi 20.000 epoch dan yang ketiga dilakukan menggunakan iterasi sebanyak 30.000 epoch. Pengenalan gerakan ini menggunakan learning rate sebesar 0.1. Nilai error dihitung dengan menggunakan persamaan Sum Square Error. Persamaan ROC digunakan untuk

menghitung tingkat akurasi pengenalan gerakan jatuh. Untuk hasil akurasi menggunakan ROC dijelaskan pada Tabel 5.12

Tabel 5.12 Tabel Akurasi Backpropagation dengan Iterasi 10.000 epoch

No	Gerakan	Jumlah data	Hasil Pengenalan	% Accuracy
1.	Jatuh kesamping	20	19	95%
2.	Jatuh kebelakang	20	19	95%
3.	Jatuh kedepan	20	17	85%
4.	Duduk	20	20	100%
5.	Tidur	20	20	100%
6.	Jongkok	20	20	100%
7.	Naik tangga	20	20	100%
8.	Turun tangga	20	19	90%
9.	Rukuk dalam sholat	20	20	100%
10.	Iktidal ke sujud	20	16	80%
11.	Sujud dalam sholat	20	20	100%

Dari Tabel 5.12 menjelaskan bahwa perhitungan dengan iterasi 10.000 belum akurat. Dalam 220 data testing, yang dapat dikenali sesuai dengan gerakannya hanya 210 gerakan. Persentase akurasi dari pengenalan gerakan menggunakan backpropagation pada iterasi 10.000 adalah 95.45 %. Nilai error dalam perhitungan menggunakan persamaan SSE adalah 0.5066. Hasil pengenalan pada gerakan jatuh belum mendapatkan akurasi yang baik. Begitu juga dengan pengenalan pada gerakan iktidal ke sujud masih 80%. Pada perhitungan iterasi 10.000 ini, gerakan jatuh kedepan dengan gerakan iktidal kesujud memiliki kemiripan, sehingga kedua gerakan tersebut tidak dikenali dengan baik. Sedangkan pada gerakan jatuh kesamping dan jatuh kebelakang ini saling memiliki kemiripan, sehingga masih ada satu gerakan yang tidak terkenali. Pada gerakan turun tangga juga terdapat satu gerakan yang tidak terbaca karena kemiripan dengan gerakan naik tangga. Untuk pengenalan gerakan selanjutnya. backpropagation pada iterasi 20.000 dilakukan untuk mendapatkan akurasi yang lebih baik. Hasil pengenalan pada iterasi 20.000 dapat diamati pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Tabel Akurasi Backpropagation dengan Iterasi 20.000 epoch

No	Gerakan	Jumlah data	Hasil Pengenalan	% Accuracy
1.	Jatuh kesamping	20	19	95%
2.	Jatuh kebelakang	20	19	95%
3.	Jatuh kedepan	20	20	100%
4.	Duduk	20	20	100%
5.	Tidur	20	20	100%
6.	Jongkok	20	20	100%
7.	Naik tangga	20	19	95%
8.	Turun tangga	20	19	95%
9.	Rukuk dalam sholat	20	20	100%
10.	Iktidal ke sujud	20	19	95%
11.	Sujud dalam sholat	20	20	100%

Hasil pengenalan pada Tabel 5.13 lebih akurat jika dibandingkan dengan hasil pada iterasi 10.000. Dalam 220 data yang ditestingkan, yang dapat dikenali sesuai dengan gerakannya sebanyak 215 gerakan. Persentase akurasi dari pengenalan gerakan menggunakan backpropagation dengan iterasi 10.000 adalah 97.72 %. Dengan nilai error dalam perhitungan menggunakan persamaan SSE nya 0.2466.

Dapat diamati bahwa pada iterasi 20.000 hasil akurasi sudah cukup baik, namun masih terdapat beberapa gerakan yang belum dikenali dengan sempurna. Seperti pada gerakan naik tangga dan turun tangga. Dari kedua gerakan tersebut masih terdapat satu kali gerakan yang belum terkenali. Sedangkan pada gerakan iktidalke sujud sudah mengalami perbaikan dengan hanya satu gerakan yang tidak terkenali. Sedangkan pada gerakan jatuh kedepan sudah terbaca sempurna. Untuk gerakan jatuh kesamping dan jatuh kebelakang masih terdapat satu gerakan yang belum terkenali. Untuk pengenalan selanjutnya, nilai iterasi pada backpropagation ditingkatkan menjadi 30.000. Hasil pengenalan menggunakan Backpropagation pada Iterasi 30.000 dapat diamati pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Akurasi Backpropagation pada iterasi 30.000 epoch

No	Gerakan	Jumlah data	Hasil Pengenalan	% Accuracy
1.	Jatuh kesamping	20	20	100%
2.	Jatuh kebelakang	20	19	95%
3.	Jatuh kedepan	20	20	100%
4.	Duduk	20	18	90%
5.	Tidur	20	20	100%
6.	Jongkok	20	20	100%
7.	Naik tangga	20	20	100%
8.	Turun tangga	20	19	95%
9.	Rukuk dalam sholat	20	20	100%
10.	Iktidal ke sujud	20	20	100%
11.	Sujud dalam sholat	20	20	100%

Untuk pengujian pada iterasi 30.000 dapat diamati pada Tabel 5.14. Akurasi pada pengenalan dengan iterasi 30.000 lebih maksimal dari pengenalan sebelumnya. Dari 220 data yang di ujikan, 217 data terdeteksi dapat mengenali gerakan yang seharusnya. Akurasi pada iterasi 30.000 adalah 98.182% sedangkan nilai error jika dihitung dengan persamaan SSE adalah 0.1818. Untuk mendapatkan besarnya akurasi menggunakan ROC dihitung nilai *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *True Negative* (TN), *False Negative* (FN) untuk setiap data yang diuji seperti yang terdapat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Tabel ROC Backpropagation pada iterasi 30.000 epoch

Pengukuran \ ROC	TP	FP	TN	FN
Iterasi 10.000	55	5	155	5
Iterasi 20.000	58	2	157	3
Iterasi 30.000	59	1	157	3

Berdasarkan Tabel 5.15, dapat hitung nilai presisi, spesifikasi, akurasi dan sensitifitas setiap pengujian Backpropagation dengan menggunakan data pada

TP, TN, FP dan FN. Untuk hasil perhitungan presisi, spesifikasi, akurasi dan sensitivitas dapat dilihat pada Tabel 5.16

Tabel 5.16 Perhitungan ROC pada 3 kali pengujian

Pengukuran \ ROC	Presisi	Spesifikasi	Akurasi	Sensitivitas
Iterasi 10.000	91.667 %	96.875 %	95.455 %	91.667 %
Iterasi 20.000	96.667 %	98.742 %	97.727 %	95.082 %
Iterasi 30.000	98.333 %	99.367 %	98.182 %	95.161 %

Dapat diamati pada Tabel 5.16 bahwa semakin besar iterasi yang diberikan, nilai presisi, spesifikasi, akurasi dan sensitivitas lebih baik. Setelah mendapatkan hasil pengenalan yang lebih baik, dilakukan *cross check* pada data training dan data testing. Tabel 5.17 merupakan hasil pengenalan gerakan berdasarkan percobaan pada iterasi 30.000, hasil *cross check* pertama dan hasil *cross check* kedua.

Tabel 5.17 Akurasi Backpropagation

No	Gerakan	Jumlah data	Hasil Pengenalan	<i>Cross Check 1</i>	<i>Cross Check 2</i>
1.	Jatuh kesamping	20	20	20	20
2.	Jatuh kebelakang	20	19	20	20
3.	Jatuh kedepan	20	20	20	19
4.	Duduk	20	18	20	20
5.	Tidur	20	20	19	20
6.	Jongkok	20	20	20	20
7.	Naik tangga	20	20	19	20
8.	Turun tangga	20	19	19	19
9.	Rukuk dalam sholat	20	20	20	20
10.	Iktidal ke sujud	20	20	20	20
11.	Sujud dalam sholat	20	20	20	20

Langkah untuk melakukan *cross check* adalah dengan cara mengganti data testing dengan sebagian data training. Hasil pada Tabel 5.17 menjelaskan bahwa jumlah data yang dikenali pada hasil *cross check* pertama dan *cross check* kedua masih terdapat gerakan yang belum terbaca seperti pada gerakan turun tangga. Tetapi untuk gerakan lain sudah mendapatkan hasil yang bagus dilihat dari jumlah gerakan yang terbaca.

Untuk mendapatkan besarnya akurasi pada hasil *crosscheck* dapat menggunakan ROC. Cara perhitungan akurasi dengan ROC adalah dihitung nilai *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *True Negative* (TN), *False Negative* (FN) untuk setiap data yang diuji seperti yang terdapat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Tabel ROC

Pengukuran \ ROC	TP	FP	TN	FN
Percobaan	59	1	157	3
<i>Cross check 1</i>	60	0	157	3
<i>Cross check 2</i>	59	1	159	1

Dari Tabel 5.18, diketahui setiap hasil yang dikenali setiap pengukuran, dipecah dalam empat tabel yaitu TP, FP, TN dan FN. Empat buah komponen ini digunakan untuk menghitung nilai presisi, spesifikasi, akurasi dan sensitivitasnya menggunakan persamaan ROC. Tabel 5.19 merupakan hasil perhitungan presisi, akurasi, sensitivitas dan spesifikasinya.

Tabel 5.19 Tabel Akurasi, Presisi, Sensitivitas dan Spesifikasi

Pengukuran \ ROC	Presisi	Sensitivitas	Akurasi	Spesifikasi
Iterasi 30.000	98.333 %	95.161%	98.182%	99.367%
<i>Crosscheck 1</i>	100 %	95.238%	98.636%	100%
<i>Crosscheck 2</i>	98.333%	98.333%	99.091%	99.375%

Dari Tabel 5.19 dapat diamati bahwa nilai presisi terbaik terletak pada *cross check* 1, nilai sensitivitas terbaik pada *cross check* 2, akurasi terbaik pada *cross check* 2 dan spesifikasi tertinggi pada *cross check* 1. Perhitungan crosscheck ini bukan untuk menentukan yang terbaik atau tidak sebuah pengukuran, tetapi untuk melihat apakah pegujian pertama dikatakan sukses jika data penelitian diganti.

## **BAB 6**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

Pengenalan gerakan jatuh atau tidak menggunakan Backpropagation dilakukan pada iterasi 10.000 epoch, 20.000 epoch dan 30.000 epoch. Akurasi maksimal diperoleh pada iterasi 30.000 epoch dengan persentase akurasi 98.182%, sedangkan pada iterasi 10.000 epoch dan 20.000 epoch mendapatkan akurasi 95.455% dan 97.727%.

Dari data sebelumnya, dilakukan *cross check* dengan cara mengganti data testing dengan beberapa data training. Hasil akurasi pada *cross check* pertama adalah 98.636%, sedangkan akurasi pada *cross check* kedua adalah 99.091%

Berdasarkan hasil yang didapat pada penelitian ini, untuk gerakan terjatuh sudah mendapatkan akurasi yang maksimal, tetapi untuk gerakan kegiatan sehari-hari belum mendapatkan akurasi yang bagus khususnya pada gerakan naik tangga dan turun tangga

Selanjutnya yang menjadi pembeda pada penelitian ini gerakan sholat. Untuk gerakan sujud dan rukuk sudah mendapatkan hasil yang maksimal terkecuali gerakan iktidal ke sujud yang menyerupai gerakan jatuh kedepan.

Penggunaan perangkat yang diusulkan lebih efisien jika dibandingkan dengan penggunaan smartphone. Disaat pengujian perangkat dan smartphone, posisi smartphone di kantong baju memiliki sensitifitas yang tinggi, sehingga mendapatkan akurasi yang rendah.

Selain berdasarkan hasil penelitian, keakuratan data sangat berpengaruh kepada cara pengambilan data. Terlalu banyak gerakan diluar gerakan inti dapat merusak fitur yang diharapkan. Selain itu tata cara pengambilan data juga harus diperhatikan.

## **6.2 Saran**

Hasil penelitian ini belum maksimal, maka dari itu diharapkan pengembangan dari segi hardware maupun dalam data miningnya. Penggunaan variasi gerakan juga harus di perbanyak. Semakin banyak gerakan yang di cobakan, tingkat sensitifitas produk yang diusulkan harus lebih baik. Pembuatan perangkat yang efisien dalam segi ukuran juga harus diperhatikan agar produk ini bisa diproduksi dan digunakan secara layak bagi para lansia. Untuk penelitian selanjutnya, penggunaan fitur berdasarkan data transien gerakan sebagai inputan machine learningnya juga dapat dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Advanced Arduino Accelerometer Guide: Converting Analog readings to G-Forces +, 2014. . Virtuabotix LLC.
- Fawcett, T., 2006. An introduction to ROC analysis. *Pattern Recognit. Lett.* 27, 861–874. doi:10.1016/j.patrec.2005.10.010
- Hecht-Nielsen, R., others, 1988. Theory of the backpropagation neural network. *Neural Netw.* 1, 445–448.
- Kurniawan, A., Hermawan, A.R., Purnama, I.K.E., 2016. A wearable device for fall detection elderly people using tri dimensional accelerometer, in: *Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA), 2016 International Seminar on. IEEE*, pp. 671–674.
- Kwolek, B., Kepski, M., 2015. Improving fall detection by the use of depth sensor and accelerometer. *Neurocomputing* 168, 637–645. doi:10.1016/j.neucom.2015.05.061
- Leung, K.M., 2008. *Introduction to Artificial Neural Networks*.
- Ma, X., Wang, H., Xue, B., Zhou, M., Ji, B., Li, Y., 2014. Depth-Based Human Fall Detection via Shape Features and Improved Extreme Learning Machine. *IEEE J. Biomed. Health Inform.* 18, 1915–1922. doi:10.1109/JBHI.2014.2304357
- Mohamed, C.R., Nelson, K., Wood, P., Moss, C., 2015. Issues post-stroke for Muslim people in maintaining the practice of salat (prayer): A qualitative study. *Collegian* 22, 243–249. doi:10.1016/j.colegn.2014.01.001
- Ozcan, A., Donat, H., Gelecek, N., Ozdirenc, M., Karadibak, D., 2005. The relationship between risk factors for falling and the quality of life in older adults. *BMC Public Health* 5. doi:10.1186/1471-2458-5-90
- Pangulu, R., 2015. Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kejadian Insomnia pada Usia Lanjut di Panti Sosial Tresna Werdha Yogyakarta Unit Budi Luhur Kasongan Bantul. *STIKES' Aisyiyah Yogyakarta*.
- Rakhman, A.Z., Nugroho, L.E., others, 2014. Fall detection sistem using accelerometer and gyroscope based on smartpone, in: *Information Technology, Computer and Electrical Engineering (ICITACEE), 2014 1st International Conference on. IEEE*, pp. 99–104.
- Salman Khan, M., Yu, M., Feng, P., Wang, L., Chambers, J., 2015. An unsupervised acoustic fall detection sistem using source separation for sound interference suppression. *Signal Process.* 110, 199–210. doi:10.1016/j.sigpro.2014.08.021
- Sudarsono, A., 2016. JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK MEMPREDIKSI LAJU PERTUMBUHAN PENDUDUK MENGGUNAKAN METODE BACPROPAGATION (STUDI KASUS DI KOTA BENGKULU). *Media Infotama* 12.
- Vora, F., Kanojia, S., Sayad, M., Sayyad, F., n.d. *GESTURE CONTROLLED POWERPOINT*.



## LAMPIRAN 1

### Perhitungan Bobot

$$\begin{aligned}v_{11}(1) &= x_1(1) \cdot w_{11}(1) \\ &= 0.5775 * -0.16988 \\ &= -3.110905\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{21}(1) &= x_2(1) \cdot w_{21}(1) \\ &= 1 * 6.031677 \\ &= 6.031677\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{31}(1) &= x_3(1) \cdot w_{31}(1) \\ &= 0.5725 * -2.26653 \\ &= -1.29759\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{41}(1) &= x_4(1) \cdot w_{41}(1) \\ &= 0.583578 * 2.827624 \\ &= 1.650138\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{51}(1) &= x_5(1) \cdot w_{51}(1) \\ &= 0 * -2.89908 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{61}(1) &= x_6(1) \cdot w_{61}(1) \\ &= 0.471443 * -0.17729 \\ &= -0.17729\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{71}(1) &= x_7(1) \cdot w_{71}(1) \\ &= 0.501755 * -8.75394 \\ &= -4.39234\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{81}(1) &= x_8(1) \cdot w_{81}(1) \\ &= 0.48011 * 2.65502 \\ &= 1.2747\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{91}(1) &= x_9(1) \cdot w_{91}(1) \\ &= 0.929623 * -3.36004 \\ &= -3.12357\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{101}(1) &= x_{10}(1) \cdot w_{101}(1) \\ &= 0.055386 * -5.36324 \\ &= -0.29705\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{111}(1) &= x_{11}(1) \cdot w_{111}(1) \\ &= 1 * -0.61818 \\ &= -0.61818\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_j(p) &= \sum_{i=1}^r x_i(p) \cdot w_{ij}(p) \\ &= 2.255118\end{aligned}$$



## LAMPIRAN 2

### Bobot Input – Hidden

h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h9	h10
5.386848	6.186537	1.047681	-1.56858	2.770603	6.701158	-1.2711	4.976794	-5.14008	-3.01301
6.031677	-0.48498	-7.78577	3.285442	-1.48673	6.835343	-0.98479	-2.36089	-1.32838	-5.19173
-2.26653	4.54829	-8.8457	-0.33508	-5.34548	0.732109	-3.13551	3.175022	-1.40676	-0.60778
2.827624	3.760824	0.041934	0.023427	-1.00522	-5.34978	-2.19579	-3.07465	-0.3122	0.134662
-2.89908	-0.42759	0.110263	-8.18055	-7.20406	1.943365	0.531341	5.040303	6.615721	-0.10779
-0.17729	-0.26191	-0.75916	0.779201	-0.87206	0.775168	-0.73723	-0.82293	6.04782	-1.55921
-8.75394	0.775214	3.958295	1.421717	-7.51539	-1.64145	-4.09429	-4.96269	2.784045	2.606429
2.65502	-2.8653	-3.16819	-2.53535	-1.43075	-12.4672	2.86533	0.510496	-6.60188	6.141713
-3.36004	1.175765	5.920855	-3.35662	-2.22071	-6.45701	0.805306	-3.55395	6.809283	-4.16263
-5.36324	-0.80001	-11.8967	-0.84906	1.255053	1.001819	1.401994	1.257557	-0.35933	5.654634
-0.61818	-4.77576	4.577894	3.245446	8.106813	3.932766	1.777042	-1.1798	-5.60999	-0.42694

### Bobot Hidden – Output

-0.16988	-0.48492	-0.33134	-0.29747	0.906743	-0.3742	-1.24067	0.153805	-0.13465	-0.27798
----------	----------	----------	----------	----------	---------	----------	----------	----------	----------



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis telah menyelesaikan pendidikan jenjang S1 Di Universitas Negeri Padang pada Jurusan Teknik Elektronika, Lulus pada Maret 2014 dan terdaftar sebagai mahasiswa Program Pasca Sarjana Program Strata Dua (S2) Tahun 2015 pada Bidang Studi Jaringan Cerdas Multimedia di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

Penulis telah mengikuti Seminar Tesis dengan judul “**Sistem Pendeteksi Jatuh Berbasis Sensor Gyroscope dan Sensor Accelerometer Menggunakan Backpropagation**” pada 30 Mei 2016 dan Ujian Tesis pada 13 Juni 2017 sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik (M.T).



Nama : Adlian Jefiza  
Alamat : Jln. Pahlawan, No. 39, Balai Pandan, Cupak, Kab. Solok Sumatera Barat  
Tempat, tgl lahir : Cupak, 02 Desember 1991  
Agama : Islam  
No. Telepon : 082283810863  
Email : [adlianjefiza.aj@gmail.com](mailto:adlianjefiza.aj@gmail.com)

Riwayat Pendidikan :

1. SDN 05 Gunung Talang (1997-2003)
2. SMP Negeri 2 Gunung Talang (2003-2006)
3. SMK Negeri 5 Padang (2006-2009)
4. Universitas Negeri Padang (2009-2014)
5. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya (ITS) (2015-2017)