



**FALL DETECTOR USING ACCELEROMETER WITH BLUETOOTH
COMMUNICATION**



Oleh:

TONI ABRIYANTO OKTAVIANO

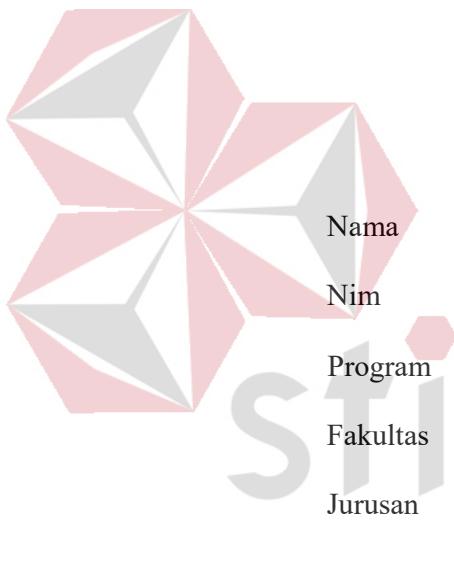
13.41020.0068

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA
2017**

FALL DETECTOR USING ACCELEROMETER WITH BLUETOOTH
COMMUNICATION
TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan

Program Sarjana Komputer



Oleh:

: Toni Abriyanto Oktaviano
: D13.41020.0068
: S1 (Strata Satu)
: Teknologi dan Informatika
: Sistem Komputer

INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM

SURABAYA

2017



*“Biarlah orang lain memandang rendah kemampuanmu tapi jangan pernah kamu
memandang rendah kemampuanmu sendiri”*

- Toni Abriyanto Oktaviano -

stikom
SURABAYA

TUGAS AKHIR
FALL DETECTOR USING ACCELEROMETER WITH BLUETOOTH
COMUNICATION

dipersiapkan dan disusun oleh

Toni Abriyanto Oktaviano

NIM : 13.41020.0068

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Pengaji
pada : Januari 2017

Susunan Dewan Pengaji

Pembimbing

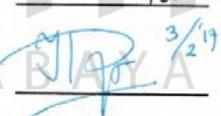
I. Harianto, S. Kom., M. Eng.

NIDN. 0722087701


3/2 '17

II. Ira Puspasari, S.Si, M.T.

NIDN. 0710078601


3/2 '17

Pengaji

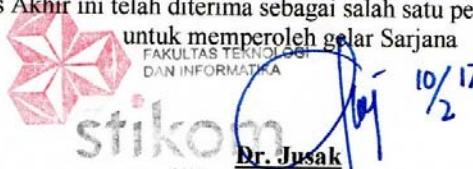
I. Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT

NIDN. 0721047201


3/2 '17

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

untuk memperoleh gelar Sarjana



Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA

SURAT PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya, saya :

Nama : Toni Abriyanto Oktaviano
NIM : 13410200068
Program Studi : S1 Sistem Komputer
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : ***FALL DETECTOR USING ACCELEROMETER WITH BLUETOOTH COMMUNICATION***

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialihmediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, Januari 2017

Yang menyatakan


METERAI
STAMPA
ACE00ADF798175280
1000
DUA RIBU RUPIAH

Toni Abriyanto Oktaviano
NIM : 13410200068

ABSTRAKSI

Penyebab jatuh pada kebanyakan orang adalah karena adanya penyakit yang sedang diderita, seperti *hipertensi*, *stroke*, sakit kepala/pusing, nyeri sendi, rematik, *epilepsi*, dan *vertigo*. Sehingga dibutuhkan sebuah sistem yang dapat memantau kejadian jatuh. Sensor yang digunakan mendeteksi gerakan adalah sensor *accelerometer*. Ketika terjadi gerakan jatuh sistem akan mengirim pemberitahuan melalui *Bluetooth* dan membunyikan Buzzer.

Pendeteksian gerakan jatuh dilakukan dengan menghitung nilai selisih perubahan hasil pembacaan masing – masing sumbu pada *accelerometer*. Untuk membedakan gerakan biasa dengan gerakan jatuh dilakukan *Threshold*. Jika nilai selisih perubahan melebihi nilai *Threshold* maka sistem akan mengirim pemberitahuan melalui *Bluetooth* pada pengawas dan membunyikan buzzer.

Hasil penelitian ini menunjukkan nilai maksimum gerakan jatuh sebanyak empat dengan sumbu x, y, dan z pada posisi Jatuh Depan: $3,44 \text{ m/s}^2$; $1,37 \text{ m/s}^2$; $1,35 \text{ m/s}^2$, Jatuh Samping Kanan: $1,12 \text{ m/s}^2$; $2,19 \text{ m/s}^2$; $2,09 \text{ m/s}^2$, Jatuh Samping Kiri: $2,65 \text{ m/s}^2$; $3,00 \text{ m/s}^2$; $5,86 \text{ m/s}^2$, Jatuh Belakang: $2,22 \text{ m/s}^2$; $1,93 \text{ m/s}^2$; $1,63 \text{ m/s}^2$

Kata Kunci : deteksi jatuh, *accelerometer*, *Bluetooth*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena berkat limpahan Rahmat serta Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan persyaratan dalam menyelesaikan Program Studi Strata Satu Jurusan Sistem Komputer di Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya. Tugas Akhir ini berjudul “Fall Detector Using Accelerometer With Bluetooth Communication”.

Pada kesempatan ini, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang memberikan kemudahan dan kelancaran kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Kedua Orang tua yang memberikan dukungan material dan spiritual kepada penulis dan motivasi – motivasi yang telah diberikan
3. Bpk. Prof. Dr. Budi Jatmiko, M. Pd selaku Rektor Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya yang peduli terhadap Program Studi Sistem Komputer.
4. Dr. Jusak selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.
5. Anjik Sukmaaji, S. Kom., M. Eng. selaku kepala Program Studi Sistem Komputer Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya yang telah membantu dan membimbing penulis selama masa kuliah
6. Harianto, S.Kom., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I, dan Ira Puspasari, S.Si. M.T. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT sebagai Dosen Pengaji yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat melaksanakan Tugas Akhir ini dengan baik.
8. Segenap Dosen Pengajar Program Studi S1 Sistem Komputer yang telah banyak memberikan ilmu, motivasi, serta dukungan selama masa kuliah.
9. Teman–teman seperjuangan angkatan 2013 Jurusan S1 Sistem Komputer yang telah mendukung dan membantu penulis selama masa perkuliahan dan penyusunan buku Tugas Akhir.

10. Teman–teman Tim Robot Institut Bisnis dan Informatika Surabaya.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu yang telah membantu serta memberi inspirasi penulis secara langsung maupun tidak langsung.

Banyak hal dalam laporan Tugas Akhir ini yang masih perlu diperbaiki lagi.

Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak agar dapat menyempurnakan penulisan ini kedepannya. Penulis juga meminta maaf yang sebesar-besarnya jika terdapat kata-kata yang salah serta menyinggung perasaan pembaca. Akhir kata penulis ucapan terima kasih kepada para pembaca, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pembacanya.

Surabaya, Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN SYARAT	ii
MOTTO.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
ABSTRAKSI.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
11.1 Latar Belakang Masalah	1
11.2 Rumusan Masalah.....	3
11.3 Batasan Masalah.....	3
11.4 Tujuan.....	4
11.5 Manfaat.....	4
11.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Sensor <i>Accelerometer</i>	6
2.2 <i>Bluetooth Module HC-05</i>	7
2.3 Arduino.....	8

2.4 Software Arduino IDE.....	13
2.5 Bahasa Pemrograman Arduino	14
2.6 Deteksi Jatuh.....	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Model Pengembangan	17
3.2 Perancangan Perangkat Mikrokontroller dengan Sensor GY 521/MPU6050.....	19
3.3 Desain Rangkaian Alat <i>Transmitter</i> dan <i>Receiver</i>	20
3.4 <i>Flowchart</i> Deteksi Jatuh	22
3.5 Komunikasi <i>Bluetooth master</i> dan <i>slave</i>	24
BAB IV HASIL DAN PENGAMATAN	27
4.1 Pengujian Sensor <i>Accelerometer</i> Pada Saat Posisi Berdiri.....	27
4.1.1 Tujuan Pengujian Sensor <i>Accelerometer</i> Pada Saat Posisi Berdiri	27
4.1.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sensor <i>Accelerometer</i> Pada Saat Posisi Berdiri	27
4.1.3 Prosedur Pengujian Sensor <i>Accelerometer</i> Pada Saat Posisi Berdiri	28
4.1.4 Hasil Pengujian Sensor <i>Accelerometer</i> Pada Saat Posisi Berdiri	28
4.2 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Rukuk	32
4.2.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Rukuk.....	32
4.2.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Rukuk	32
4.2.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Rukuk..	33
4.2.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Rukuk.....	33
4.3 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Rukuk Berdiri	36

4.3.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Rukuk Berdiri.....	36
4.3.2 Alat yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Rukuk Berdiri	36
4.3.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Rukuk Berdiri..	37
4.3.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Rukuk Berdiri.....	37
4.4 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Sujud	41
4.4.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Sujud	42
4.4.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Sujud.....	42
4.4.3 Prosedur Pengujian	42
4.4.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Sujud	43
4.5 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Berdiri	46
4.5.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Berdiri	46
4.5.2 Alat yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Berdiri.....	46
4.5.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Berdiri...47	47
4.5.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Berdiri	47
4.6 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Duduk.....	51
4.6.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Duduk.....	51
4.6.2 Alat yang Digunakan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Duduk.....	51
4.6.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Duduk....51	51
4.6.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Duduk	52
4.7 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Duduk Sujud.....	55
4.7.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Duduk Sujud.....55	55

4.72 Alat yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Duduk Sujud	55
4.73 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Duduk Sujud....	56
4.74 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Duduk Sujud	56
4.8 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Tidur Berdiri	59
4.8.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Tidur Berdiri.....	60
4.8.2 Alat yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Tidur Berdiri	60
4.8.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Tidur Berdiri....	60
4.8.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Tidur Berdiri	61
4.9 Pengujian Sumbu x, y dan z pada Posisi Berdiri Tidur	66
4.9.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y dan z pada Posisi Berdiri Tidur.....	66
4.9.2 Alat yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y dan z pada Posisi Berdiri Tidur	66
4.9.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y dan z pada Posisi Berdiri Tidur	67
4.9.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y dan z pada Posisi Berdiri Tidur.....	67
4.10 Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Depan	71
4.10.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Depan	72
4.10.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Depan	72
4.10.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Depan	72
4.10.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Depan.....	73
4.11 Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Belakang.....	75
4.11.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Belakang ..	75
4.12.2 Alat yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Belakang	75



4.12.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Belakang	76
4.12.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Belakang	76
4.10 Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kanan	79
4.10.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kanan	79
4.10.2 Alat yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kanan	79
4.10.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kanan	80
4.10.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kanan	80
4.11 Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kiri	83
4.11.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y dan z pada Posisi Jatuh Samping Kiri	83
4.11.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kiri	83
4.11.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kiri	84
4.11.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kiri	84
4.13 Pengujian Jarak Komunikasi <i>Bluetooth</i> Dengan <i>Bluetooth</i>	87
4.13.1 Tujuan Pengujian Jarak Komunikasi <i>Bluetooth</i> Dengan <i>Bluetooth</i>	87
4.13.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Jarak Komunikasi <i>Bluetooth</i> Dengan <i>Bluetooth</i>	87
4.13.3 Prosedur Pengujian Jarak Komunikasi <i>Bluetooth</i> Dengan <i>Bluetooth</i>	88
4.13.4 Hasil Pengujian Jarak Komunikasi <i>Bluetooth</i>	88

BAB V PENUTUP.....	90
5.1 Kesimpulan	90
5.2 Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN.....	93
BIODATA PENULIS	99



DAFTAR GAMBAR

2.1 Accelerometer GY-521	7
2.2 Modul <i>Bluetooth</i> Module HC-05	8
2.3 Arduino Uno.....	9
2.4 Power Arduino	10
2.5 Tampilan <i>Software</i> Arduino IDE	14
2.6 Posisi Alat Disamping Pinggang.....	16
3.1 Diagram Blok Sistem Lengkap	17
3.2 Pengambilan Data	17
3.3 Rangkaian GY-521 dan Arduino UNO	20
3.4 Desain Alat Transmiter	20
3.5 Desain Alat <i>Receiver</i>	21
3.6 <i>Flowchart</i> deteksi jatuh.....	22
4.1 Nilai Akselerasi Perubahan	31
4.2 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Berdiri - Rukuk	35
4.3 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Rukuk - Berdiri.....	41
4.4 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Berdiri - Sujud	45
4.5 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Sujud – Berdiri	50
4.6 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Sujud - Duduk.....	54
4.7 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Duduk - Sujud.....	59
4.8 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Tidur - Berdiri.....	65
4.9 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Berdiri - Tidur.....	71
4.10 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Jatuh Depan	74

4.11 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Jatuh Belakang.....	78
4.12 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Jatuh Samping Kanan	82
4.13 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Jatuh Samping Kiri.	86



DAFTAR TABEL

2.1 Ringkasan Spesifikasi Arduino Uno.....	9
4.1 Pengujian Sensor Accelerometer pada Posisi Berdiri.....	28
4.2 Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Berdiri-Rukuk	33
4.3 Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Rukuk - Berdiri	37
4.4 Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Berdiri - Sujud	43
4.5 Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Sujud - Berdiri	47
4.6 Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Sujud - Duduk.....	52
4.7 Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Duduk - Sujud.....	56
4.8 Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Tidur - Berdiri	61
4.9 Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Berdiri - Tidur.....	67
4.10 Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Jatuh Depan.....	73
4.11 Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Jatuh Belakang	76
4.12 Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Jatuh Samping Kanan	80
4.13 Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Jatuh Samping Kiri	84
4.14 Pengujian Jarak Komunikasi <i>Bluetooth</i>	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jatuh merupakan suatu hal yang sering terjadi pada setiap orang, jatuh bisa terjadi ketika seseorang sedang kehilangan keseimbangan. Jatuh dapat dialami oleh siapapun, kapanpun, dan dimanapun. Jatuh juga disebabkan oleh banyak faktor, salah satunya karena kondisi tubuh yang kurang sehat akan mengakibatkan penurunan konsentrasi dan keseimbangan tubuh. Jika kondisi fisik seseorang mengalami penurunan, maka potensi untuk terjatuh akan meningkat. Secara umum hal ini akan berpengaruh pada seseorang dalam melakukan aktivitas sehari-hari.

Jatuh menjadi penyebab kecacatan yang paling banyak terjadi. Jatuh adalah kejadian secara tiba-tiba dan tidak disengaja yang mengakibatkan seseorang mendadak terbaring atau terduduk di lantai. Penyebab jatuh pada kebanyakan orang adalah karena adanya penyakit yang sedang diderita, seperti *hipertensi*, *stroke*, sakit kepala/pusing, nyeri sendi, rematik, *epilepsi*, dan *vertigo*. Bagi sebagian orang, perubahan-perubahan akibat proses penuaan seperti penurunan pendengaran, penglihatan, melemahnya otot kaki bawah, gangguan keseimbangan dan gaya berjalan merupakan sebagian masalah yang sering terjadi.

Namun ketika seseorang terjatuh pada saat kondisi fisik yang tidak baik akan menjadi sebuah ancaman kesehatan yang serius. Ketika terjatuh, seseorang dapat

mengalami berbagai macam cedera, mulai dari cedera ringan hingga cedera serius yang dapat mengakibatkan kematian. Cedera serius yang dapat menyebabkan kematian dipicu karena terlambat mendapatkan pertolongan atau cenderung mengabaikan sakit yang diakibatkan dari jatuh.

Beberapa orang yang memiliki resiko jatuh yang tinggi harus selalu dalam pengawasan orang terdekat maupun perawat yang sewaktu-waktu dapat memberikan pertolongan ketika terjadi jatuh. Upaya pertolongan yang cepat perlu dilakukan untuk meminimalisir resiko yang ditimbulkan.

Pada penelitian yang sudah ada, sistem yang digunakan adalah *smartphone* yang dibawa untuk mendeteksi jatuh pada manusia. Sensor yang digunakan untuk membedakan aktivitas orang biasa dan orang jatuh yaitu sensor *Accelerometer*. Pemberitahuan yang diberikan ketika jatuh yaitu *smartphone* akan membunyikan suara. Namun sistem tersebut masih memiliki kelemahan yaitu pemberitahuan yang ada hanya pada *smartphone* yang dibawa oleh pasien tidak pada pemantau secara langsung (Lindiana, et al., 2014).

Untuk itu dibutuhkan suatu sistem yang dapat memantau kejadian jatuh dengan menggunakan sensor yang sama, tetapi memiliki perbedaan pada sistem yang digunakan secara signifikan dan sistem yang digunakan ialah Arduino Uno. Sistem akan mengirimkan pemberitahuan kepada anggota keluarga atau seseorang yang diharapkan mampu menolong saat jatuh dengan membunyikan *buzzer* apabila terjadi gerakan jatuh. Alat yang digunakan oleh pemantau dengan alat yang dipasang pada

pengguna akan terhubung melalui koneksi *Bluetooth*, sehingga dapat dilakukan pemantauan dari jarak jauh.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan, dapat ditarik beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang alat deteksi jatuh dengan menggunakan *Accelerometer* sebagai sensor keseimbangan?
2. Bagaimana mengirim data ke *Bluetooth* melalui modul HC-05?

1.3 Batasan Masalah

1. Posisi penempatan alat di samping ikat pinggang .
2. Modul *Accelerometer* yang digunakan GY - 521 .
3. Sensor *Accelerometer* yang digunakan memiliki 3 derajat kebebasan (x,y,z).
4. Jarak alat yang digunakan dengan penerima maksimal 10 meter.
5. Sistem pengiriman hanya menggunakan modul *Bluetooth*.
6. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno.
7. *Prototype* yang dibuat satu *transmitter* dan satu *receiver*.

1.4 Tujuan

Merancang dan membuat sistem *monitoring* posisi keseimbangan menggunakan *Accelerometer* yang pengiriman datanya melalui *Bluetooth* menggunakan modul HC-05.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat mendeteksi kejadian jatuh, sehingga jika ada seseorang yang terjatuh akan lebih cepat mendapatkan pertolongan. Selain itu dampak cedera yang ditimbulkan akibat jatuh dapat diminimalisir.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini ditulis dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penulisan laporan, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini membahas tentang berbagai teori yang mendukung buku penelitian ini. Hal tersebut meliputi sensor *Accelerometer GY-521/MPU 6050*, *Bluetooth HC-05*, *Arduino*, *Software Arduino IDE*, dan Deteksi Jatuh.

BAB III : METODE PENELITIAN

Dalam bab ini dijelaskan tentang metode penelitian serta alasan penggunaan metode tersebut dalam penelitian. Pada bab ini dijelaskan pula tentang desain perangkat keras (*hardware*) dengan menggabungkan perangkat lunak (*software*) sebagai pengolah data deteksi jatuh tersebut.

BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Bab ini berisi tentang pengujian secara keseluruhan. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian gerakan normal sebanyak 8 dan gerakan jatuh sebanyak 4 gerakan.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan penelitian serta saran untuk pengembangan peneliti.

INSTITUT BISNIS

stikom
SURABAYA

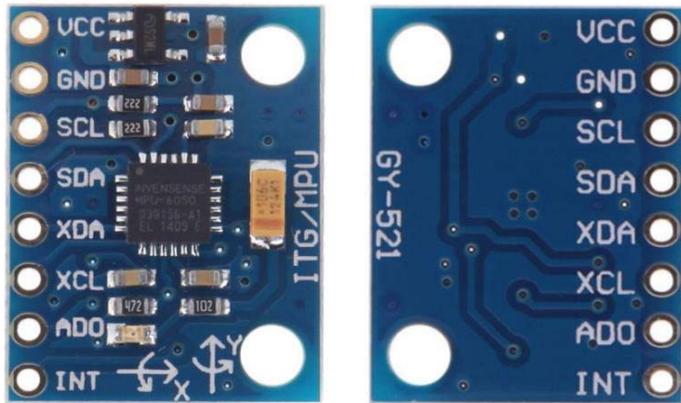
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sensor *Accelerometer*

Sensor adalah perangkat yang mengubah suatu properti fisik menjadi sebuah sinyal elektronik. (Kenny, 2005). Sensor *Accelerometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur percepatan, mendekksi dan mengukur getaran (vibrasi), dan mengukur percepatan akibat gravitasi (inklinasi). Sensor *Accelerometer* mengukur percepatan akibat gerakan benda yang melekat padanya. Pengukurannya bisa secara analog maupun digital. *Accelerometer* dapat digunakan untuk mengukur percepatan baik statis maupun dinamis. *Accelerometer* akan mengalami percepatan dalam kisaran dari $-1g$ sampai $+1g$ ($9.8m/s^2$), dan hingga kemiringan 180° .

Accelerometer GY 521 /MPU 6050 merupakan salah satu produk sensor *MEMS Motion Tracking* yang diproduksi oleh perusahaan *Invensense*. MPU6050 merupakan sebuah IC yang terdiri dari *Accelerometer* dan *gyroscope* digital yang masing-masing memiliki orientasi 3 *axis*. Baik *Accelerometer* maupun *gyroscope* yang ada pada MPU6050 memiliki 16 bit *output* digital yang bisa diakses melalui jalur antarmuka I2C, seperti terlihat pada Gambar 2.1.

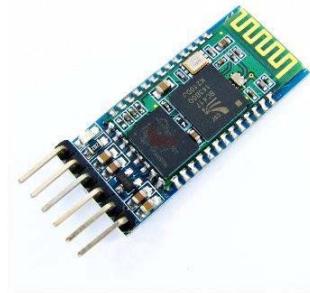


Gambar 2.1 Accelerometer GY- 521

Sumber : (arduino.cc)

2.2 Bluetooth Module HC-05

Bluetooth Module HC-05 merupakan *module* komunikasi nirkabel pada frekuensi 2.4GHz dengan pilihan mode bisa sebagai *slave*, ataupun sebagai *master* seperti terlihat pada Gambar 2.2. Dengan menggunakan *Bluetooth*, mikrokontroler dapat membuat aplikasi *wireless*. *Interface* yang digunakan adalah serial RXD, TXD, VCC dan GND. *Built in* LED sebagai *indicator* koneksi *bluetooth*. Tegangan *input* antara 3.6 ~ 6 Volt, jangan dihubungkan dengan sumber daya lebih dari 7 Volt. Arus saat *unpaired* sekitar 30mA, dan saat *paired* (terhubung) sebesar 10mA. 4 pin *interface* 3.3V dapat langsung dihubungkan ke berbagai macam mikrokontroler (Arduino, 8051, 8535, AVR, PIC, ARM, MSP430). Jarak efektif jangkauan sebesar 10 meter, meskipun dapat mencapai lebih dari 10 meter, namun kualitas koneksi makin berkurang.



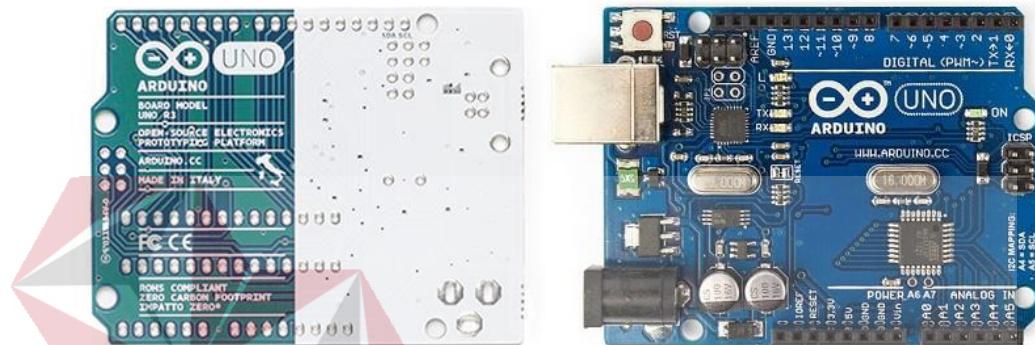
Gambar 2.2 Bluetooth Module HC-05

2.3 Arduino

Arduino adalah *prototype platform* elektronik *open source* yang terdiri mikrokontroler, bahasa pemrograman, dan IDE. Arduino adalah alat untuk membuat aplikasi interaktif, yang dirancang untuk mempermudah proyek bagi pemula, tapi masih fleksibel bagi para ahli untuk mengembangkan proyek– proyek yang kompleks (Banzi, 2009).

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328. Uno memiliki 14 pin digital *input/output* (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 *input* analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, *jack* listrik, *header* ICSP, dan tombol reset. Uno dibangun berdasarkan apa yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, sumber daya bisa menggunakan power USB (jika terhubung ke komputer dengan kabel USB) dan juga dengan adaptor atau baterai. Arduino Uno seperti terlihat pada Gambar 2.3, berbeda dari semua papan sebelumnya dalam hal tidak menggunakan FTDI chip driver USB-to-serial. Sebaliknya, fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai versi R2) diprogram sebagai konverter USB-to-

serial. Revisi 2 dari Uno memiliki resistor pulling 8U2 HWB yang terhubung ke tanah, sehingga lebih mudah untuk menggunakan mode DFU. Ringkasan spesifikasi Arduino Uno ditunjukkan pada Tabel 2.1.



Gambar 2.3 Arduino UNO Sisi Depan (Kanan) dan Belakang (Kiri)

Sumber : (arduino.cc)

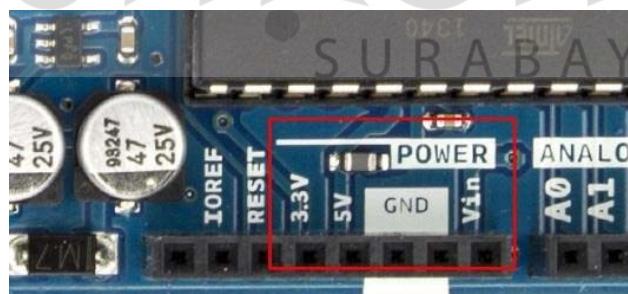
Tabel 2.1 Ringkasan Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega328
Operasi tegangan	5Volt
Input tegangan	disarankan 7-11Volt
Input tegangan batas	6-20Volt
Pin I/O digital	14 (6 bisa untuk PWM)
Pin Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	50Ma
Arus DC ketika 3.3V	50Ma
Memori flash	32 KB (ATmega328) dan 0,5 KB digunakan oleh bootloader

SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Kecepatan clock	16 MHz

Arduino UNO ini dapat menggunakan tegangan pada koneksi USB atau catu daya eksternal yang pilihan *power* secara otomatis berfungsi tanpa saklar. Catu daya eksternal (non - USB) dapat berasal baik dari adaptor AC - DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan 2.1mm jack DC ke colokan listrik *board*. Baterai dapat dimasukkan dalam Gnd dan Vin *pin header* dari konektor daya seperti terlihat pada Gambar 2.4.

Board dapat beroperasi pada pasokan eksternal 6 sampai 20 volt. Jika tegangan dengan kurang 7 Volt, tegangan pada *board* kemungkinan akan tidak stabil. Jika menggunakan lebih 12 Volt, regulator tegangan bisa panas (*overheat*) dan merusak *board*. Kisaran yang disarankan adalah 7 sampai 12 Volt .



Gambar 2.4 *Power* Arduino

Penjelasan *Power Pin*:

1. Vin: *Pin* tegangan Inputan ke board arduino saat menggunakan sumber catu daya eksternal (adaptor USB 5 Volt atau adaptor yang lainnya 7-12 volt), dengan menghubungkannya dengan pin Vin ini atau langsung ke *jack power* 5 Volt. DC *power jack* (7-12 Volt), Kabel konektor USB (5 Volt) atau catu daya lainnya (7-12 Volt).
2. 3V3: *Pin* tegangan 3.3 volt catu daya umum langsung ke *board*. Maksimal arus yang diperbolehkan adalah 50 mA.
3. 5 Volt: *Pin* ini merupakan *output* 5 Volt yang telah diatur oleh regulator papan Arduino. *Board* dapat diaktifkan dengan daya, baik dari colokan listrik DC (7 – 12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN board (7-12 Volt). Dengan memasukan tegangan melalui pin 5 Volt atau 3.3 Volt secara langsung (tanpa melewati regulator) dapat merusak papan Arduino.
4. GND: *Pin Ground*.
5. IOREF: *Pin* ini penyedia referensi tegangan agar mikrokontroler beroperasi dengan baik. Memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan tegangan pada *output* untuk bekerja dengan 5 Volt atau 3.3 Volt. (arduino.cc)

ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk *bootloader*). ATmega328 juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan *library* EEPROM). (arduino.cc)

Masing-masing dari 14 pin digital Uno dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi pinMode(), digitalWrite(), dan digitalRead(). Beroperasi

pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal (terputus secara *default*) dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi special:

1. Serial: pin 0 (RX) dan 1 (TX), digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pin ini terhubung dengan pin ATmega8U2 USB-to-Serial TTL.
2. Eksternal Interupsi: *Pin 2* dan *3* dapat dikonfigurasi untuk memicu *interrupt* pada nilai yang rendah (*low value*), *rising* atau *falling edge*, atau perubahan nilai. Lihat fungsi `attachInterrupt()` untuk rinciannya.
3. PWM: *Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11*, menyediakan 8-bit PWM dengan fungsi `analogWrite()`
4. SPI: *pin 10* (SS), *11* (MOSI), *12* (MISO), *13* (SCK) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan *library SPI*
5. LED: *pin 13*. *Built-in* LED terhubung ke *pin* digital *13*. LED akan bekerja ketika diberi nilai *HIGH*.

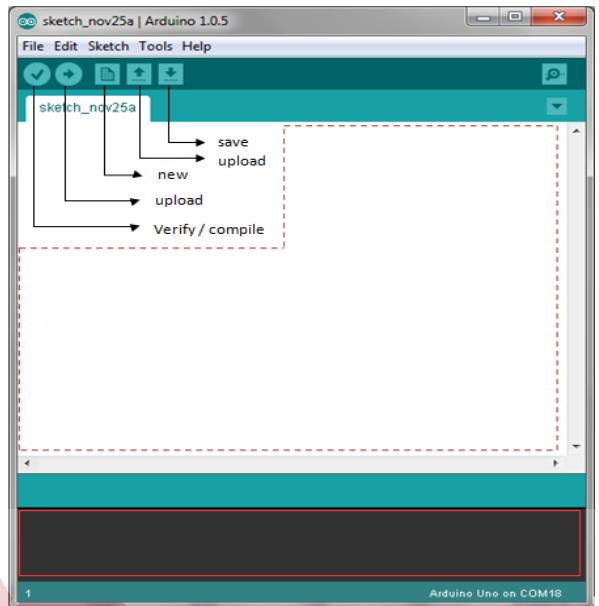
Arduino Uno memiliki 6 *input* analog, berlabel A0 sampai A5, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara *default* mereka mengukur dari ground sampai 5 volt, perubahan tegangan maksimal menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`. Selain itu, beberapa pin tersebut memiliki spesialisasi fungsi, yaitu TWI: *pin A4* dan *A5* mendukung komunikasi TWI menggunakan *library Wire*. Ada beberapa *pin* lainnya yang tertulis di *board*:

- a. AREF: Tegangan referensi untuk *input* analog. Dapat digunakan dengan fungsi `analogReference()`.
- b. Reset: *LOW* untuk *me-reset* mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol *reset*.

2.4 Software Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software* yang ditulis menggunakan java dan berdasarkan pengolahan seperti, avr-gcc, dan perangkat lunak *open source* lainnya (Djuandi, 2011). Arduino IDE terdiri dari:

- 1. Editor program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
- 2. *Verify / Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*, yang dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner.
- 3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori mikrokontroler di dalam papan arduino.
- 4. Pada Gambar 2.5 terdapat *menu bar*, kemudian *toolbar* dibawahnya, dan sebuah area putih untuk *editing sketch*, area hitam dapat disebut sebagai *progress area*, dan paling bawah dapat disebut sebagai “*status bar*”.



Gambar 2.5 Tampilan Software Arduino IDE

Sumber: (Arduino, 2015)

2.5 Bahasa Pemrograman Arduino

Arduino ini bisa dijalankan di komputer dengan berbagai macam *platform* karena didukung atau berbasis Java. *Source* program yang dibuat untuk aplikasi mikrokontroler adalah bahasa C/C++ dan dapat digabungkan dengan *assembly*. (arduino.cc)

1. Struktur

Setiap program Arduino (biasa disebut *sketch*) mempunyai dua buah fungsi yang harus ada (arduino.cc). Antara lain :

a) `void setup() {}`

Semua kode didalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program Arduino dijalankan untuk pertama kalinya.

b) `void loop() {}`

Fungsi ini akan dijalankan setelah *setup* (fungsi `void setup`) selesai. Setelah dijalankan satu kali fungsi ini akan dijalankan lagi, dan lagi secara terus menerus sampai catu daya (*power*) dilepaskan.

2. Serial

Serial digunakan untuk komunikasi antara arduino *board*, komputer atau perangkat lainnya. Arduino *board* memiliki minimal satu *port* serial yang berkomunikasi melalui *pin* 0 (RX) dan 1 (TX) serta dengan komputer melalui USB. Jika menggunakan fungsi – fungsi ini, *pin* 0 dan tidak dapat digunakan untuk *input* digital atau *output* digital (arduino.cc). Terdapat beberapa fungsi serial pada arduino, antara lain:

a. *Syntax* adalah elemen bahasa C yang dibutuhkan untuk format penulisan.

(arduino.cc)

b. *Variabel*

Sebuah program secara garis besar dapat didefinisikan sebagai instruksi untuk memindahkan angka dengan cara yang cerdas. Variabel inilah yang digunakan untuk memindahkannya. (arduino.cc)

2.6 Deteksi Jatuh

Saat perangkat digunakan sensor *Accelerometer* membaca setiap perubahan akselerasi pada sumbu x,y dan z. Dengan pengambilan data sebanyak 10 data, setelah itu dari 10 data diambil selisih lalu dilakukan penjumlahan dan pembagian untuk mencari rata-rata dari tiap sumbu.



Gambar 2.6 Posisi Alat Disamping Pinggang

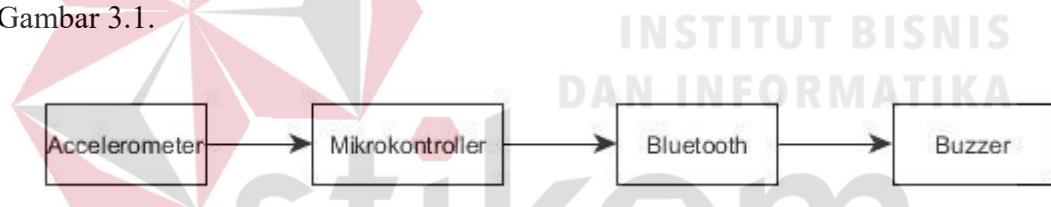
Posisi alat yang digunakan berada disamping pinggang seperti pada Gambar 2.6 karena tidak mengalami banyak gerakan. Jika alat di taruh di tempat lain maka alat akan mengalami banyak gerakan sehingga nilai *Accelerometer* berubah – ubah dan sulit untuk membedakan gerakan normal dengan gerakan jatuh.

BAB III

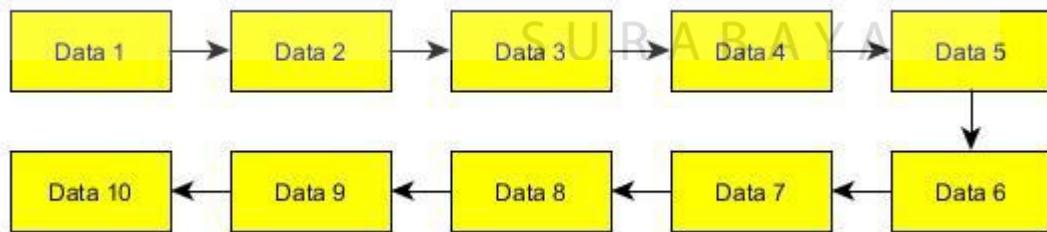
METODE PENELITIAN

3.1 Model Pengembangan

Pada metode penelitian ini, sensor *Accelerometer* akan diolah di mikrokontroller yaitu Arduino Uno yang pengiriman datanya melalui *Bluetooth* menggunakan perangkat *Bluetooth module* HC-05. Jika nilai data yang diproses oleh mikrokontroler lebih besar dari nilai ambang batas maka *Bluetooth* pada master akan mengirimkan karakter pada *Bluetooth slave* hingga buzzer akan aktif seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Lengkap



Gambar 3.2 Pengambilan Data

Pendeteksian jatuh dilakukan dengan mengambil nilai hasil pembacaan Akselerometer. Pembacaan data dilakukan dengan jeda 100ms tiap pembacaan

sebanyak 10 kali. Sebagai perhitungan mencari nilai rata-rata dilakukan pengambilan nilai selisih. Untuk media penyimpanan data menggunakan Array yang saat penyimpanan dilakukan pemindahan data secara berkala. Pemindahan data dilakukan sesuai pada Gambar 3.2.

Lalu dimasukkan ke rumus sebagai berikut:

(1)

Ket :

i merupakan array data 1 - 10

Sebelum perangkat mampu membedakan deteksi jatuh dan sebelum jatuh, maka pada penelitian ini akan dilakukan percobaan perhitungan dengan selisih dari data pertama sampai data kesepuluh dari pembacaan data *Accelerometer* pada persamaan 1.

$Ax, Ay, Az = \sum$ (2)

Ket :

n = banyaknya data (10)

= selisih dari data pertama dengan data kedua

Ax = hasil perhitungan data akselerasi pada sumbu x

Ay = hasil perhitungan data akselerasi pada sumbu y

Az = hasil perhitungan data akselerasi pada sumbu z

lalu hasil selisih ditambahkan dan dilakukan pembagian dengan 10 untuk mencari nilai rata-rata pada persamaan 2.

$Ax1 = \underline{\underline{\underline{g}}}$

$$Ay1 = \text{_____} g \quad (3)$$

$$Az1 = \text{_____} g$$

Ket:

g = gravitasi bumi dengan nilai 9.8 m/s^2

$Ax1$ = nilai akselerasi pada sumbu x

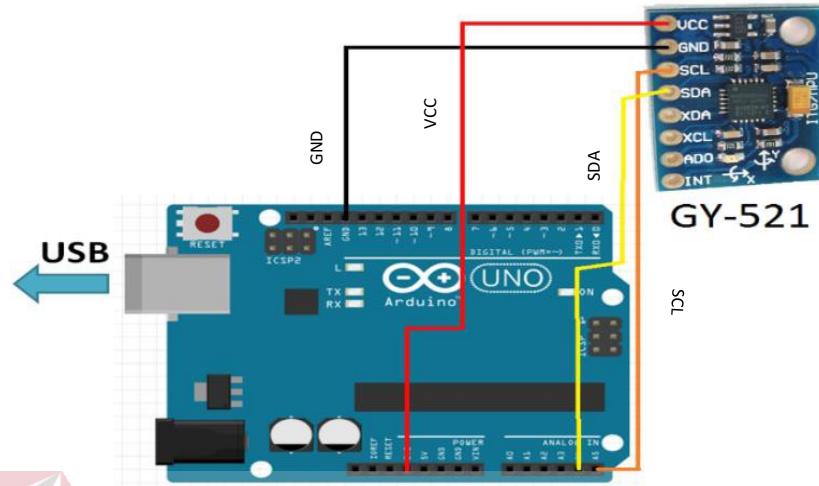
$Ay1$ = nilai akselerasi pada sumbu y

$Az1$ = nilai akselerasi pada sumbu z

Hasil dari perhitungan rata – rata dibagi dengan factor skala $2g$ sebesar 16384 dan dikalikan gravitasi sebesar 9.8 m/s^2 pada persamaan 3.

3.2 Perancangan Perangkat Mikrokontroller dengan Sensor GY 521/MPU 6050

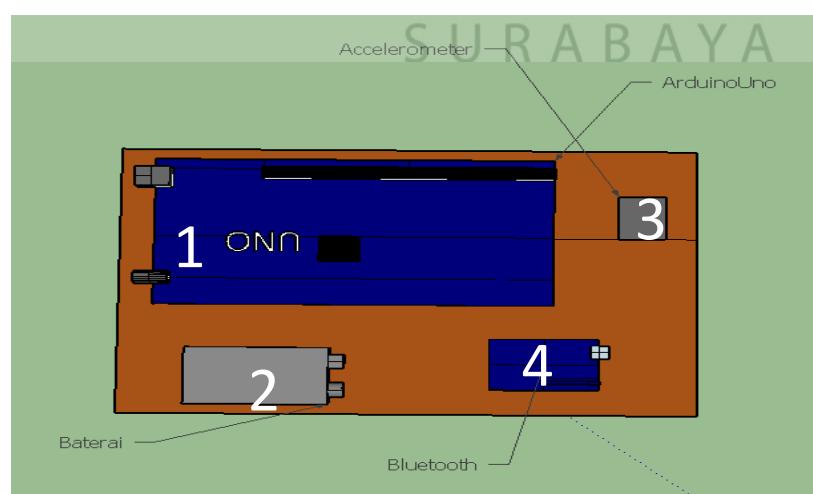
Sensor MPU 6050 adalah sensor yang mampu membaca kemiringan sudut berdasarkan data dari sensor *Accelerometer*. Jalur data yang digunakan pada sensor ini adalah jalur data I2C (SDA dan SCL) seperti pada gambar 3.3, dengan menggunakan *library* MPU 6050.



Gambar 3.3 Rangkaian GY-521 dan Arduino UNO

3.3 Desain Alat *Transmiter* Dan *Receiver*

Desain alat *transmiter* digunakan untuk pengiriman data deteksi jatuh. Desain alat ini nanti ditempatkan di samping pinggang. Bentuk rancangan alat ini seperti pada gambar 3.4.

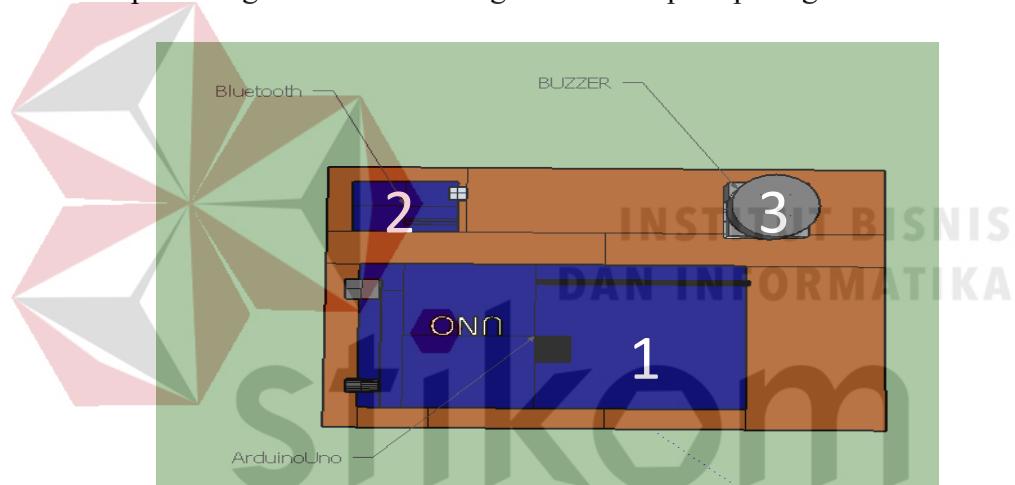


Gambar 3.4 Desain Alat *Transmiter*

Keterangan gambar *transmiter*:

1. Arduino UNO
2. *Battery*
3. Sensor MPU 6050/GY-521
4. *Bluetooth* HC-05

Desain alat *receiver* digunakan untuk penerimaan data deteksi jatuh. Desain alat ini nanti di depan ruangan. Bentuk rancangan alat ini seperti pada gambar 3.5.



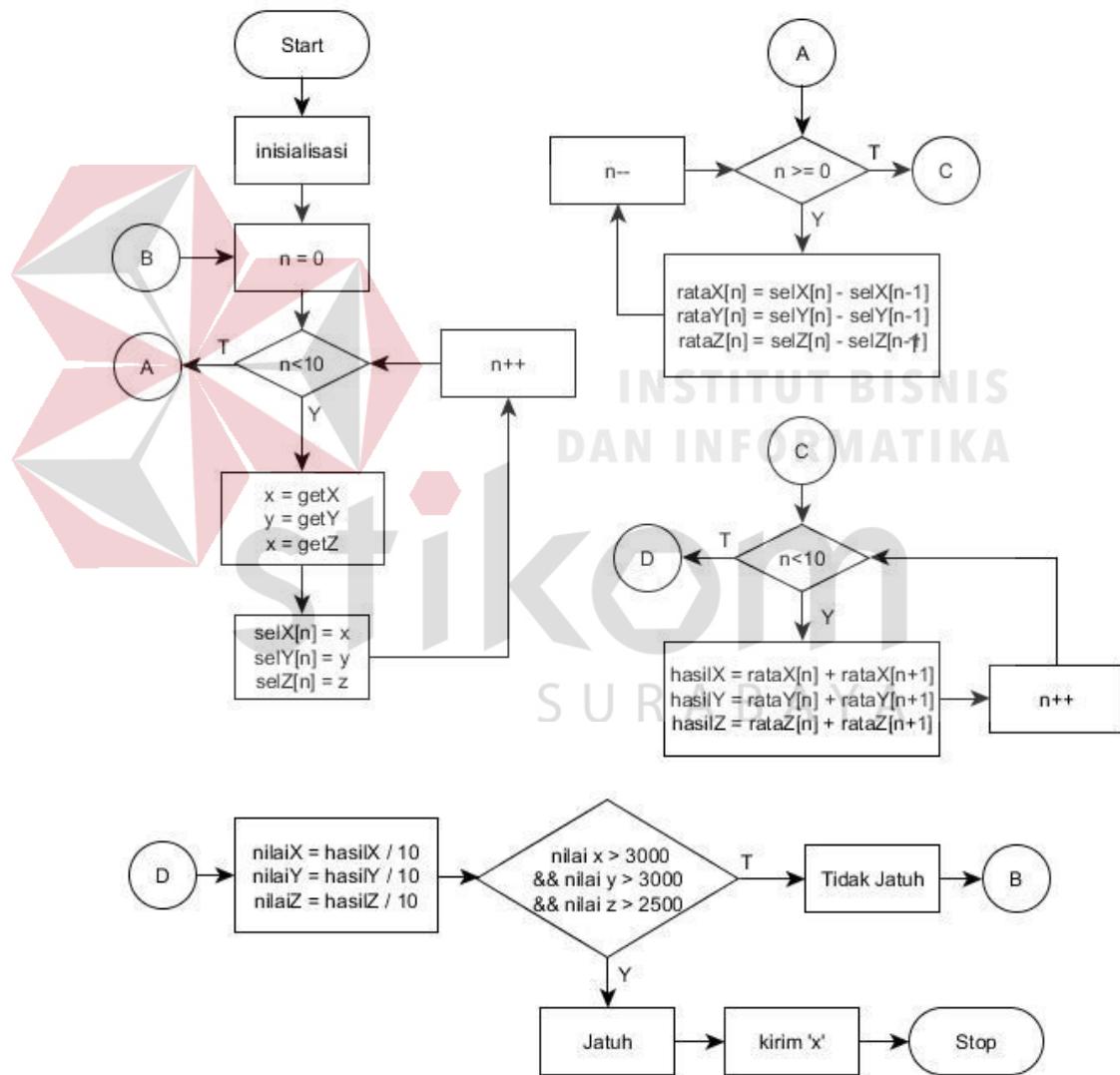
Gambar 3.5 Desain Alat *Receiver*

Keterangan gambar *receiver*:

1. Arduino UNO
2. Sensor MPU 6050/GY-521
3. *Bluetooth* HC-05

3.4 Flowchart Deteksi Jatuh

Pada saat deteksi jatuh terdapat *flowchart* dimana *flowchart* tersebut merupakan alur dari cara untuk mendeteksi jatuh. Pada gambar 3.6 terdapat *flowchart* deteksi jatuh.



Gambar 3.6 *Flowchart* Deteksi Jatuh

Dari *flowchart* di atas inisialisasi dilakukan dengan pembacaan I2C lalu mengeluarkan nilai ax , ay , dana z . Proses selanjutnya pemberian nilai 0 pada *variable* n . Kemudian dilakukan pengambilan data dari *Accelerometer* menggunakan *function* $getX$, $getY$, dan $getZ$ disimpan pada *variable* x , y , dan z . *Variable* x , y , dan z disimpan ke *Array* dalam bentuk *variable* $selX[n]$, $selY[n]$, dan $selZ[n]$. *Update* nilai n dilakukan dengan menambah nilai n dengan 1. Proses pengambilan data dilakukan sampai nilai n lebih kecil dari 10.

Melakukan pengambilan data sebanyak 10 maka dilakukan proses selanjutnya yaitu mencari selisih. Selisih didapatkan dari $selX[n]-selX[n-1]$, $selY[n]-selY[n-1]$, $selZ[n]-selZ[n-1]$. *Update* nilai n didapatkan dari nilai n dikurangi 1, proses tersebut dilakukan sampai nilai n lebih besar sama dengan 0.

Jika nilai n sama dengan 0 maka dilakukan proses selanjutnya yaitu mencari penjumlahan dari hasil pengurangan sebelumnya. Penjumlahan didapatkan dari $rataX[n] + rataX[n+1]$, $rataY[n] + rataY[n+1]$, dan $rataZ[n] + rataZ[n+1]$. *Update* nilai n didapatkan dari nilai n ditambah 1, proses tersebut dilakukan sampai n kurang dari 10.

Akhir dari *flowchart* ini dilakukan perhitungan rata-rata dengan $HasilX/10$, $HasilY/10$, $HasilZ/10$ kemudian hasil dari perhitungan disimpan di *variable* $nilaiX$, $nilaiY$, dan $nilaiZ$ Setelah itu *variable* $nilaiX$, $nilaiY$, dan $nilaiZ$ dibandingkan dengan nilai *threshold* jika nilai dari masing – masing sumbu melebihi nilai *threshold* maka kondisi jatuh dan jika nilai masing – masing sumbu kurang dari nilai *threshold* maka kondisi tidak jatuh.

3.5 Komunikasi *Bluetooth Master* dan *Slave*

Bluetooth HC-05 slave

1. Hubungkan *Bluetooth HC-05* ke *Arduino*

- a. Vcc → 5v
- b. Gnd → Gnd
- c. Tx → Tx
- d. Rx → Rx

2. Masuk ke *Arduino IDE* pilih serial monitor

- a. *Setting Baud Rate* 9600
- b. *Setting Both NL & CR*

3. Masukkan perintah di serial monitor

- a. *Send* : AT
- b. *Send* : AT+NAME = A
- c. *Send* : AT+PSWD = toni3605
- d. *Send* : AT+ROLE = 0

- | | |
|-----------------|-----|
| <i>Response</i> | :OK |

Role=0 SLAVE

- e. *Send* : AT+ADDR ?

- | | |
|-----------------|-----|
| <i>Response</i> | :OK |
|-----------------|-----|

ADDR= 98d3:31:80a1d1

Bluetooth HC-05 master

1. Hubungkan *Bluetooth HC-05* ke *USB to TTL*

- a. Vcc → 5v
- b. Gnd → Gnd

- c. Tx → Rx
 - d. Rx → Tx
2. Masuk ke HTerm
- a. *Setting Baud Rate 9600*
 - b. *Setting Both NL & CR di newline at dan di send on enter*
3. Masukkan perintah di serial monitor

a. Send : AT	Response	:OK
b. Send :AT+NAME = A	Response	:OK
c. Send : AT+RMAAD	Response	:OK
d. Send : AT+PSWD=toni3605	Response	:OK
e. Send : AT+ROLE=1	Response	:OK
Role=1 MASTER		
f. Send :AT+CMODE=1	Response	:OK
g. Send :AT+INIT	Response	:OK
h. Send :AT+LINK=98d3:31:80a1d1	Response	:OK

Keterangan:

Response OK : bahwa *system* telah merespon perintah yang telah dilakukan

Setelah mengatur komunikasi kedua *Bluetooth* maka perhatikan nyala lampu *Bluetooth*, jika nyala lampu bersamaan maka *Bluetooth* sudah terhubung.

Program Komunikasi *Bluetooth* HC-05

Program komunikasi ini bertujuan untuk mengetahui proses pengiriman data pada *Bluetooth* berjalan sesuai yang diharapkan. Di dalam pengujian ini *Bluetooth*

pada *master* akan mengirimkan data berupa karakter ke *Bluetooth* pada *slave*, sehingga dapat mengetahui data yang diterima oleh *Bluetooth* pada *slave* sesuai dengan data yang dikirim oleh *Bluetooth* pada *master*.

Contoh program *master*

```
//Serial.print("Hasil Z:");
Serial.print(hitungZ());
Serial.print("\n");
delay(100);

if(hitungX() > 3000 && hitungY() > 3000 && hitungZ() >
0) {
    Serial.print ("x");
    delay(10);
}
*/
```

Contoh program *slave*

```
// put your main code here, go to
data=Serial.read ();
if(data == 'x')
///////////////////////////////buzer
digitalWrite(A0, HIGH);
```



BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN PENGAMATAN

Dalam bab ini penulis menguraikan dan menjelaskan beberapa hasil pengujian dari hasil penelitian ini. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian perangkat lunak (*software*) dan kinerja keseluruhan sistem, serta analisis hasil pengiriman data dari *Bluetooth* ke *Bluetooth*.

4.1 Pengujian Sensor Accelerometer Pada Saat Posisi Berdiri

Pengujian menggunakan sumbu x, y, dan z untuk mengetahui nilai perubahan data sensor pada saat berdiri dengan perubahan interval waktu 100ms.

4.1.1 Tujuan Pengujian Sensor Accelerometer Pada Saat Posisi Berdiri

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai perubahan saat berdiri pada sumbu x, y dan z. Sehingga saat digunakan dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.1.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sensor Accelerometer Pada Saat Posisi Berdiri

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- a. Arduino UNO
- b. *Software* Arduino IDE

- c. *Accelerometer GY-521 / MPU 6050*
- d. Laptop / Komputer
- e. *Microsoft Office Excel*
- f. Kabel USB

4.1.3 Prosedur Pengujian Sensor Accelerometer Pada Saat Posisi Berdiri

Prosedur pengujian alat:

- a. Menghubungkan *Accelerometer* dengan Arduino.
- b. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB.
- c. Memasukkan program *Accelerometer* pada Arduino IDE.
- d. Jika program selesai dimasukkan lalu tekan serial monitor di pojok kanan pada Software Arduino IDE.
- e. Pengamatan data dilakukan di serial monitor pada Arduino IDE.

4.1.4 Hasil Pengujian Sensor Accelerometer Pada Saat Posisi Berdiri

Tabel 4.1. Pengujian Sensor Accelerometer Pada Posisi Berdiri

No	Posisi Berdiri		
	Akselerasi x (m/s^2)	Akselerasi y (m/s^2)	Akselerasi z (m/s^2)
1	0,26	0,78	0,73
2	0,27	0,78	0,74
3	0,27	0,77	0,74
5	0,25	0,76	0,74

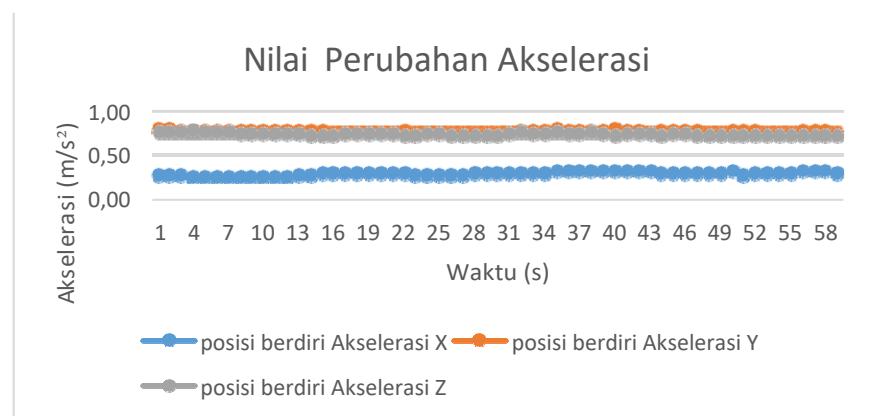
No	Posisi Berdiri		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
6	0,25	0,75	0,75
7	0,24	0,77	0,74
8	0,25	0,75	0,72
9	0,26	0,76	0,72
10	0,25	0,76	0,71
11	0,26	0,76	0,72
12	0,26	0,76	0,73
13	0,27	0,76	0,71
14	0,28	0,77	0,71
15	0,28	0,77	0,71
16	0,29	0,73	0,71
17	0,28	0,73	0,72
18	0,29	0,74	0,72
19	0,29	0,75	0,73
20	0,29	0,75	0,72
21	0,29	0,74	0,72
22	0,29	0,76	0,69
23	0,27	0,75	0,70
24	0,28	0,74	0,71
25	0,28	0,75	0,71
26	0,28	0,75	0,70
27	0,28	0,75	0,69
28	0,28	0,75	0,70
29	0,29	0,75	0,70

No	Posisi Berdiri		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
30	0,29	0,74	0,70
31	0,29	0,74	0,72
32	0,29	0,76	0,74
33	0,30	0,75	0,72
34	0,29	0,75	0,72
35	0,30	0,78	0,74
36	0,30	0,76	0,73
37	0,31	0,76	0,72
39	0,32	0,77	0,73
40	0,32	0,78	0,70
41	0,31	0,77	0,72
42	0,31	0,77	0,71
43	0,31	0,77	0,72
44	0,29	0,76	0,70
45	0,30	0,77	0,71
46	0,29	0,76	0,71
47	0,30	0,76	0,71
48	0,29	0,74	0,71
49	0,29	0,74	0,71
50	0,30	0,76	0,69
51	0,28	0,76	0,69
52	0,29	0,76	0,70
53	0,29	0,74	0,70
54	0,29	0,75	0,70

No	Posisi Berdiri		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
55	0,29	0,74	0,69
56	0,30	0,76	0,71
57	0,31	0,76	0,70
58	0,30	0,75	0,69
59	0,28	0,75	0,70

Tegangan *input* yang digunakan pada *accelerometer* sebesar 5 volt. Tabel 4.1 menunjukkan hasil akselerasi sumbu x, y, dan z dari sensor *accelerometer* berdasarkan nilai keluaran *accelerometer* x, y, dan z. Pada Pengujian ini, untuk posisi perubahan nilai *accelerometer* nilai awal x = 0,26 m/s², y = 0,78 m/s², dan z = 0,73 m/s², dan nilai untuk posisi akhir sebesar x = 0,28 m/s², y = 0,75 m/s², dan z = 0,70 m/s².

Sedangkan hasil grafik dari nilai akselerasi x, y, dan z ditunjukkan oleh Gambar 4.1



Gambar 4.1 Nilai Akselerasi Perubahan

Berdasarkan hasil gambar 4.1. dapat dilihat bahwa garis yang berwarna biru adalah nilai akselerasi sumbu x, lalu garis yang berwarna jingga adalah nilai akselerasi sumbu y, dan garis yang berwarna abu - abu adalah nilai akselerasi sumbu z. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian nilai sensor pada saat berdiri 59 s. Gerakan ini memiliki nilai maksimum untuk sumbu x = 0,31, sumbu y = 0,78 dan sumbu z = 0,76.

4.2 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Rukuk

Pengujian menggunakan sumbu x, y, dan z untuk menentukan posisi berdiri dan rukuk dengan perubahan *interval* waktu 100ms.

4.2.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Rukuk

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara berdiri dengan rukuk pada sumbu x, y dan z. Sehingga saat digunakan dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.2.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Rukuk

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- a. Arduino UNO
- b. *Software* Arduino IDE
- c. *Accelerometer* GY-521 / MPU 6050

- d. Laptop / Komputer
- e. Microsoft Office Excel
- f. Kabel USB

4.2.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Rukuk

Prosedur pengujian alat:

- a. Menghubungkan *Accelerometer* dengan Arduino.
- b. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB.
- c. Memasukkan program *Accelerometer* pada Arduino IDE.
- d. Jika program selesai dimasukkan lalu tekan serial monitor di pojok kanan pada Software Arduino IDE.
- e. Pengamatan data dilakukan di serial monitor pada Arduino IDE.

4.2.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Rukuk

Tabel 4.2. Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri-Rukuk

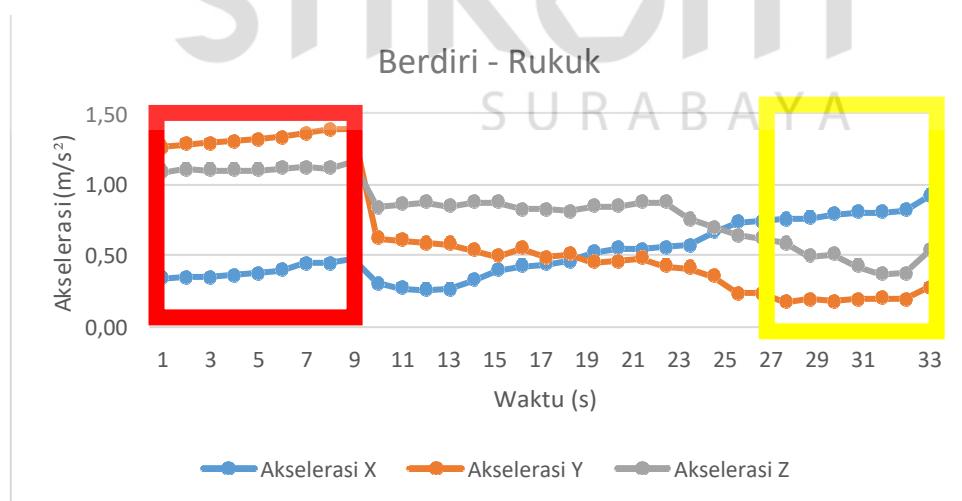
No	Berdiri - Rukuk		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
1	0,34	1,26	1,08
2	0,35	1,28	1,10
3	0,35	1,29	1,10
4	0,36	1,30	1,10
5	0,38	1,31	1,10

No	Berdiri - Rukuk		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
6	0,40	1,33	1,11
7	0,44	1,35	1,12
8	0,45	1,39	1,11
9	0,48	1,38	1,16
10	0,30	0,62	0,84
11	0,27	0,61	0,86
12	0,26	0,59	0,88
13	0,26	0,58	0,85
14	0,33	0,53	0,87
15	0,40	0,50	0,87
16	0,42	0,55	0,83
17	0,44	0,49	0,82
18	0,46	0,51	0,81
19	0,53	0,45	0,84
20	0,55	0,46	0,84
21	0,55	0,48	0,87
22	0,56	0,42	0,87
23	0,57	0,41	0,75
24	0,66	0,36	0,70
25	0,73	0,24	0,64
26	0,74	0,24	0,62
27	0,76	0,17	0,59
28	0,76	0,20	0,50
29	0,79	0,18	0,51

No	Berdiri - Rukuk		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
30	0,80	0,19	0,43
31	0,81	0,20	0,37
32	0,82	0,19	0,38
33	0,92	0,28	0,53

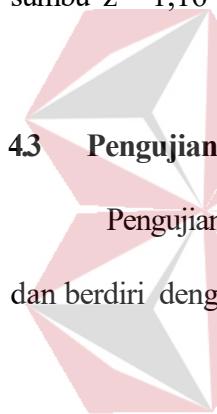
Tegangan *input* yang digunakan pada *accelerometer* sebesar 5 volt. Tabel 4.2 menunjukkan hasil *output* sumbu x, y, dan z dari sensor *accelerometer* berdasarkan nilai keluaran *acceleration* x, y, dan z. Pada Pengujian ini, untuk posisi berdiri dihasilkan nilai awal x = 0,34 m/s², y = 1,26 m/s², dan z = 1,08 m/s², dan nilai untuk posisi akhir yaitu rukuk sebesar x = 0,92 m/s², y = 0,28 m/s², dan z = 0,53 m/s².

Sedangkan hasil grafik dari nilai akselerasi x, y, dan z ditunjukkan oleh Gambar 4.2



Gambar 4.2 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Berdiri - Rukuk

Berdasarkan hasil gambar 4.2. dapat dilihat bahwa kotak yang berwarna merah sebelah kiri menunjukkan posisi berdiri, dan kotak yang berwarna kuning sebelah kanan menunjukkan posisi rukuk, sedangkan grafik di antara kotak merah dan kuning merupakan gerakan di antara posisi berdiri dan rukuk. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan gerakan berdiri hingga rukuk 33 s. Gerakan ini memiliki nilai maksimum untuk sumbu x = 0,92 m/s², sumbu y = 1,39 m/s², dan sumbu z = 1,16 m/s².



4.3 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Rukuk Berdiri

Pengujian menggunakan sumbu x, y, dan z untuk menentukan posisi rukuk dan berdiri dengan perubahan *interval* waktu 100ms.

4.3.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Rukuk Berdiri

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara rukuk dengan berdiri pada sumbu x, y dan z. Sehingga saat digunakan dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.3.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Rukuk Berdiri

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- Arduino UNO

- b. *Software Arduino IDE*
- c. *Accelerometer GY-521 / MPU 6050*
- d. Laptop / Komputer
- e. *Microsoft Office Excel*
- f. Kabel USB

4.3.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Rukuk Berdiri

Prosedur pengujian alat:

- a. Menghubungkan *Accelerometer* dengan Arduino.
- b. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB.
- c. Memasukkan program *Accelerometer* pada Arduino IDE.
- d. Jika program selesai dimasukkan lalu tekan serial monitor di pojok kanan pada Software Arduino IDE.
- e. Pengamatan data dilakukan di serial monitor pada Arduino IDE.

4.3.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Rukuk Berdiri

Tabel 4.3. Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Rukuk - Berdiri

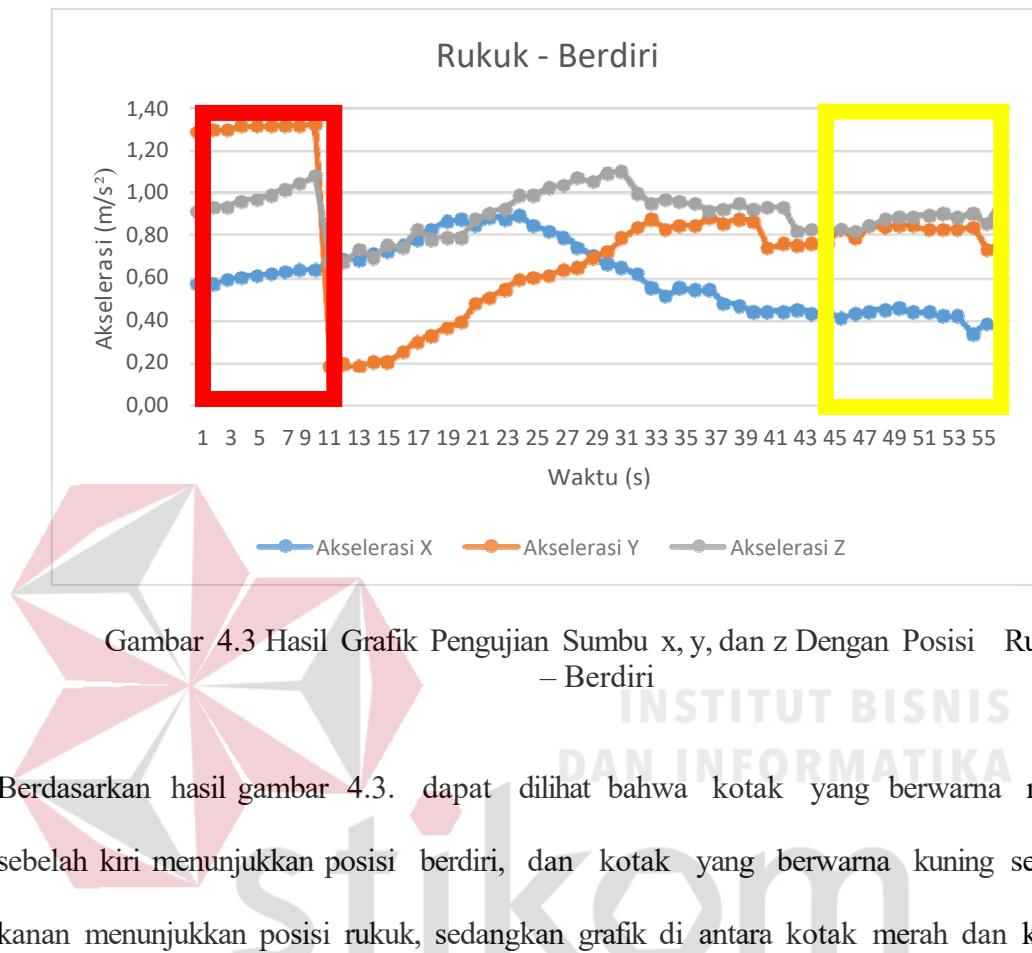
No	Rukuk – Berdiri		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
1	0,58	1,28	0,91
2	0,58	1,29	0,93

No	Rukuk – Berdiri		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
3	0,59	1,29	0,93
4	0,61	1,32	0,96
5	0,61	1,31	0,97
6	0,62	1,31	0,99
7	0,63	1,32	1,02
8	0,64	1,31	1,04
9	0,64	1,33	1,08
10	0,67	0,19	0,67
11	0,68	0,19	0,67
12	0,69	0,18	0,73
13	0,72	0,21	0,70
14	0,72	0,21	0,75
15	0,75	0,25	0,74
16	0,78	0,31	0,83
17	0,83	0,33	0,78
18	0,87	0,37	0,79
19	0,87	0,39	0,79
20	0,84	0,48	0,87
21	0,88	0,51	0,91
22	0,88	0,55	0,92
23	0,89	0,59	0,99
24	0,84	0,60	0,99
25	0,82	0,62	1,02
26	0,79	0,64	1,04

No	Rukuk – Berdiri		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
27	0,74	0,65	1,07
28	0,70	0,70	1,05
29	0,67	0,72	1,09
30	0,65	0,79	1,10
31	0,62	0,83	1,00
32	0,56	0,87	0,95
33	0,52	0,83	0,97
34	0,55	0,85	0,96
35	0,55	0,84	0,95
36	0,54	0,88	0,92
37	0,48	0,86	0,92
38	0,47	0,88	0,95
39	0,44	0,87	0,92
40	0,44	0,74	0,93
41	0,44	0,76	0,93
42	0,45	0,75	0,82
43	0,43	0,76	0,82
44	0,43	0,76	0,82
45	0,42	0,83	0,83
46	0,43	0,79	0,82
47	0,44	0,84	0,84
48	0,45	0,83	0,87
49	0,46	0,85	0,88
50	0,44	0,84	0,89

No	Rukuk – Berdiri		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
51	0,44	0,82	0,89
52	0,42	0,83	0,90
53	0,42	0,83	0,88
54	0,34	0,84	0,90
55	0,39	0,74	0,85
56	0,35	0,76	0,96

Tegangan *input* yang digunakan pada *accelerometer* sebesar 5 volt. Tabel 4.3 menunjukkan hasil *output* sumbu x, y, dan z dari sensor *accelerometer* berdasarkan nilai keluaran *acceleration* x, y, dan z. Pada Pengujian ini, untuk posisi berdiri dihasilkan nilai awal x = 0,58 m/s², y = 1,28 m/s², dan z = 0,91 m/s², dan nilai untuk posisi akhir yaitu rukuk sebesar x = 0,35 m/s², y = 0,76 m/s², dan z = 0,96 m/s². Sedangkan hasil grafik dari nilai akselerasi x, y, dan z ditunjukkan oleh Gambar 4.3



Berdasarkan hasil gambar 4.3. dapat dilihat bahwa kotak yang berwarna merah sebelah kiri menunjukkan posisi berdiri, dan kotak yang berwarna kuning sebelah kanan menunjukkan posisi rukuk, sedangkan grafik di antara kotak merah dan kuning merupakan gerakan di antara posisi berdiri dan rukuk. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan gerakan berdiri hingga rukuk 56 s. Gerakan ini memiliki nilai maksimum untuk sumbu x = $0,89 \text{ m/s}^2$, sumbu y = $1,33 \text{ m/s}^2$, dan sumbu z = $1,10 \text{ m/s}^2$.

4.4 Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Berdiri Sujud

Pengujian menggunakan sumbu x, y, dan z untuk menentukan posisi berdiri dan sujud dengan perubahan *interval* waktu 100ms.

4.4.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Sujud

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara berdiri dengan sujud pada sumbu x, y dan z. Sehingga saat digunakan dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.4.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Sujud

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- a. Arduino UNO
- b. *Software Arduino IDE*
- c. *Accelerometer GY-521 / MPU 6050*
- d. Laptop / Komputer
- e. *Microsoft Office Excel*
- f. Kabel USB

4.4.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Berdiri Sujud

Prosedur pengujian alat:

- a. Menghubungkan *Accelerometer* dengan Arduino.
- b. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB.
- c. Memasukkan program *Accelerometer* pada Arduino IDE.
- d. Jika program selesai dimasukkan lalu tekan serial monitor di pojok kanan pada *Software Arduino IDE*.
- e. Pengamatan data dilakukan di serial monitor pada Arduino IDE.

4.4. Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Sujud

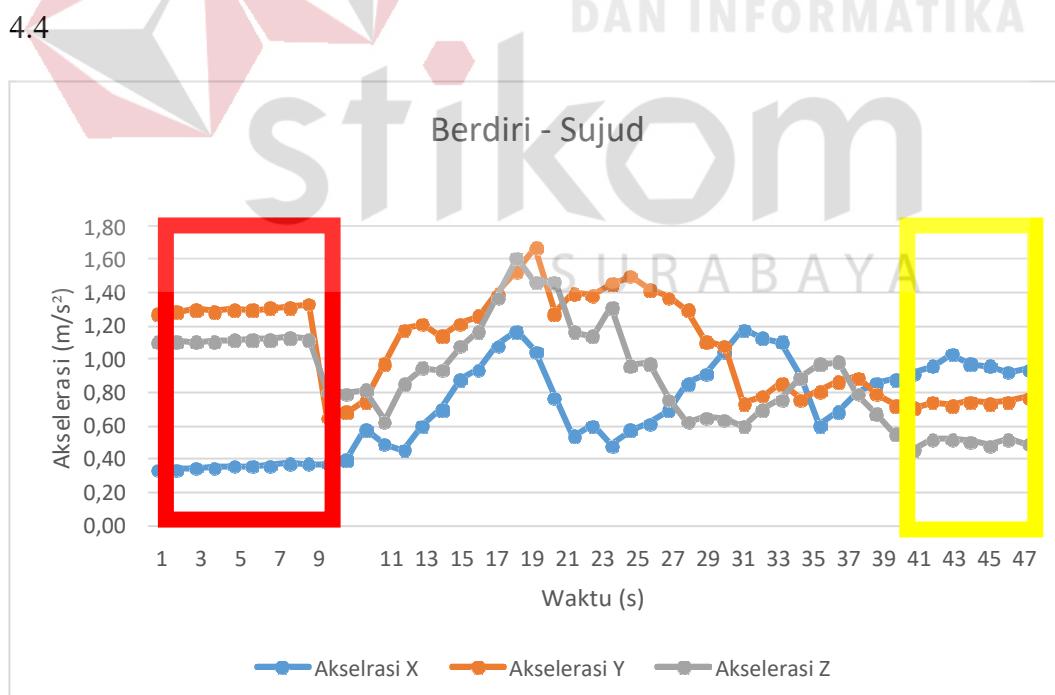
Tabel 4.4. Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri - Sujud

No	Berdiri – Sujud		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
1	0,34	1,27	1,10
2	0,34	1,28	1,11
3	0,35	1,30	1,10
4	0,35	1,29	1,11
5	0,36	1,30	1,11
6	0,36	1,30	1,12
7	0,37	1,31	1,12
8	0,38	1,31	1,14
9	0,37	1,33	1,12
10	0,37	0,65	0,81
11	0,40	0,68	0,80
12	0,58	0,75	0,81
13	0,49	0,98	0,63
14	0,46	1,18	0,85
15	0,60	1,21	0,95
16	0,70	1,14	0,94
17	0,88	1,22	1,08
18	0,94	1,26	1,17
19	1,08	1,40	1,37
20	1,17	1,53	1,61
21	1,05	1,67	1,46
22	0,78	1,28	1,47

No	Berdiri – Sujud		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
23	0,54	1,40	1,17
24	0,60	1,39	1,14
25	0,49	1,45	1,31
26	0,58	1,50	0,96
27	0,62	1,42	0,98
28	0,69	1,37	0,76
29	0,86	1,29	0,63
30	0,91	1,11	0,65
31	1,05	1,08	0,64
32	1,18	0,74	0,60
33	1,13	0,78	0,70
34	1,10	0,86	0,76
35	0,90	0,76	0,89
36	0,61	0,81	0,97
37	0,69	0,87	0,98
38	0,80	0,89	0,79
39	0,86	0,79	0,67
40	0,88	0,73	0,55
41	0,92	0,71	0,46
42	0,96	0,74	0,52
43	1,03	0,73	0,52
44	0,97	0,75	0,51
45	0,96	0,74	0,49
46	0,92	0,75	0,52

No	Berdiri – Sujud		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
47	0,94	0,77	0,49

Tegangan *input* yang digunakan pada *accelerometer* sebesar 5 volt. Tabel 4.4 menunjukkan hasil *output* sumbu x, y, dan z dari sensor *accelerometer* berdasarkan nilai keluaran *acceleration* x, y, dan z. Pada Pengujian ini, untuk posisi berdiri dihasilkan nilai awal x = 0,34 m/s², y = 1,27 m/s², dan z = 1,10 m/s², dan nilai untuk posisi akhir yaitu sujud sebesar x = 0,94 m/s², y = 0,77 m/s², dan z = 0,49 m/s². Sedangkan hasil grafik dari nilai akselerasi x, y, dan z ditunjukkan oleh Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Berdiri - Sujud

Berdasarkan hasil gambar 4.4. dapat dilihat bahwa kotak yang berwarna merah sebelah kiri menunjukkan posisi berdiri, dan kotak yang berwarna kuning sebelah kanan menunjukkan posisi sujud, sedangkan grafik di antara kotak merah dan kuning merupakan gerakan di antara posisi berdiri dan sujud. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan gerakan berdiri hingga rukuk 47 s. Gerakan ini memiliki nilai maksimum untuk sumbu $x = 1,18 \text{ m/s}^2$, sumbu $y = 1,67 \text{ m/s}^2$, dan sumbu $z = 1,61 \text{ m/s}^2$.

4.5 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Berdiri

Pengujian menggunakan sumbu x, y, dan z untuk menentukan posisi sujud dan berdiri dengan perubahan *interval* waktu 100ms.

4.5.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Berdiri

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara sujud dengan berdiri pada sumbu x, y, dan z. Sehingga saat digunakan dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.5.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Berdiri

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- Arduino UNO

- b. *Software Arduino IDE*
- c. *Accelerometer GY-521 / MPU 6050*
- d. Laptop / Komputer
- e. *Microsoft Office Excel*
- f. Kabel USB

4.5.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Berdiri

Prosedur pengujian alat:

- a. Menghubungkan *Accelerometer* dengan Arduino.
- b. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB.
- c. Memasukkan program *Accelerometer* pada Arduino IDE.
- d. Jika program selesai dimasukkan lalu tekan serial monitor di pojok kanan pada Software Arduino IDE.
- e. Pengamatan data dilakukan di serial monitor pada Arduino IDE.

4.5.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Berdiri

Tabel 4.5. Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud - Berdiri

No	Sujud - Berdiri		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
1	0,87	1,00	0,33
2	0,88	1,00	0,34

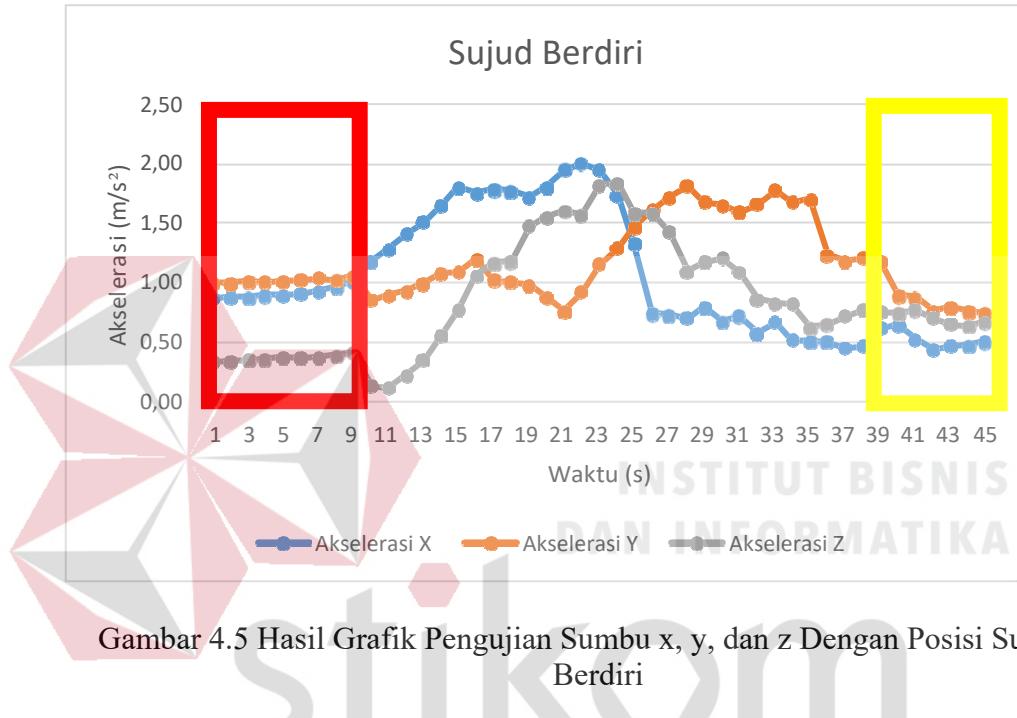
No	Sujud - Berdiri		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
3	0,88	1,01	0,35
4	0,90	1,01	0,36
5	0,89	1,02	0,37
6	0,90	1,02	0,37
7	0,93	1,04	0,38
8	0,97	1,02	0,39
9	1,01	1,07	0,42
10	1,18	0,86	0,13
11	1,29	0,90	0,12
12	1,41	0,93	0,23
13	1,51	1,00	0,35
14	1,66	1,08	0,57
15	1,81	1,09	0,77
16	1,76	1,20	1,07
17	1,79	1,02	1,16
18	1,77	1,00	1,18
19	1,72	0,98	1,48
20	1,81	0,88	1,55
21	1,95	0,77	1,60
22	2,00	0,92	1,57
23	1,95	1,15	1,82
24	1,74	1,29	1,84
25	1,32	1,47	1,58
26	0,75	1,61	1,58

No	Sujud - Berdiri		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
27	0,73	1,72	1,42
28	0,70	1,81	1,10
29	0,79	1,68	1,18
30	0,68	1,65	1,21
31	0,72	1,60	1,09
32	0,58	1,66	0,86
33	0,67	1,78	0,83
34	0,52	1,68	0,83
35	0,51	1,70	0,63
36	0,50	1,24	0,65
37	0,45	1,19	0,72
38	0,47	1,21	0,77
39	0,62	1,19	0,76
40	0,65	0,89	0,74
41	0,53	0,88	0,77
42	0,44	0,76	0,71
43	0,47	0,80	0,65
44	0,47	0,76	0,64
45	0,51	0,74	0,68

Tegangan *input* yang digunakan pada *accelerometer* sebesar 5 volt. Tabel 4.5 menunjukkan hasil *output* sumbu x, y, dan z dari sensor *accelerometer* berdasarkan nilai keluaran *acceleration* x, y, dan z. Pada Pengujian ini, untuk posisi berdiri dihasilkan nilai awal x = 0,87 m/s², y = 1,00 m/s², dan z = 0,33 m/s², dan nilai

untuk posisi akhir yaitu sujud sebesar $x = 0,51 \text{ m/s}^2$, $y = 0,74 \text{ m/s}^2$, dan $z = 0,68 \text{ m/s}^2$. Sedangkan hasil grafik dari nilai akselerasi x, y, dan z ditunjukkan oleh Gambar 4.5.

4.5



Gambar 4.5 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Sujud - Berdiri

Berdasarkan hasil gambar 4.5. dapat dilihat bahwa kotak yang berwarna merah sebelah kiri menunjukkan posisi sujud, dan kotak yang berwarna kuning sebelah kanan menunjukkan posisi berdiri, sedangkan grafik di antara kotak merah dan kuning merupakan gerakan di antara posisi sujud dan berdiri. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan gerakan sujud hingga berdiri 45 s. Gerakan ini memiliki nilai maksimum untuk sumbu x = $2,00 \text{ m/s}^2$, sumbu y = $1,81 \text{ m/s}^2$, dan sumbu z = $1,84 \text{ m/s}^2$.

4.6 Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Sujud Duduk

Pengujian menggunakan sumbu x, y, dan z untuk menentukan posisi sujud dan duduk dengan perubahan *interval* waktu 100ms.

4.6.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Duduk

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara sujud dengan duduk pada sumbu x, y, dan z. Sehingga saat digunakan dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.6.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Duduk

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- a. Arduino UNO
- b. *Software Arduino IDE*
- c. *Accelerometer GY-521 / MPU 6050*
- d. Laptop / Komputer
- e. *Microsoft Office Excel*
- f. Kabel USB

4.6.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud Duduk

Prosedur pengujian alat:

- a. Menghubungkan *Accelerometer* dengan Arduino.

- b. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB.
- c. Memasukkan program *Accelerometer* pada Arduino IDE.
- d. Jika program selesai dimasukkan lalu tekan serial monitor di pojok kanan pada Software Arduino IDE.
- e. Pengamatan data dilakukan di serial monitor pada Arduino IDE.

4.6.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Sujud Duduk

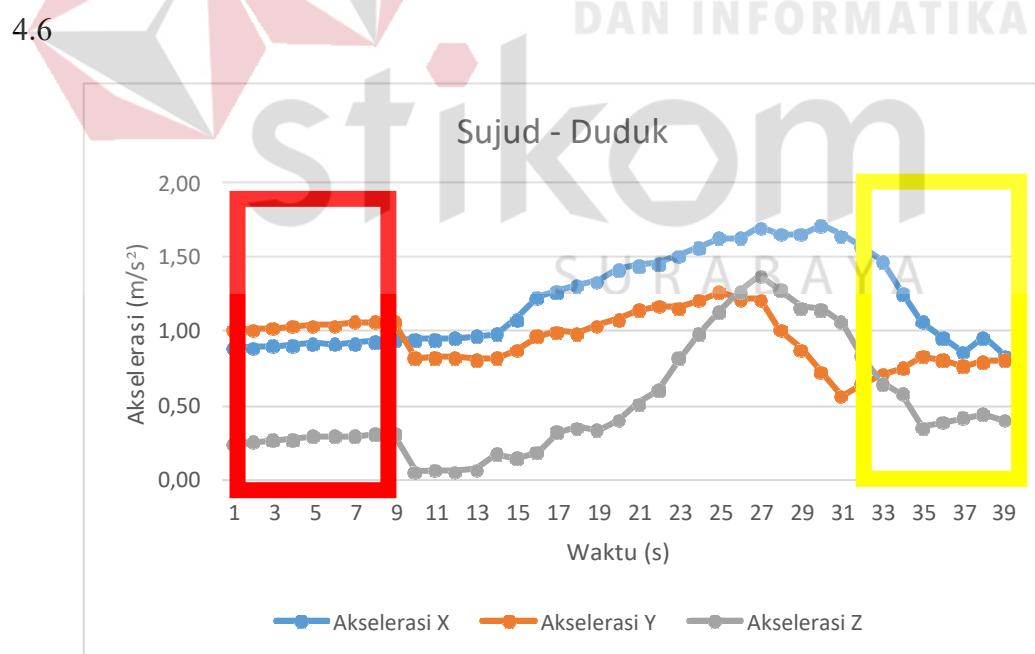
Tabel 4.6. Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Sujud - Duduk

No	Sujud - Duduk		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
1	0,89	1,01	0,25
2	0,89	1,01	0,26
3	0,90	1,02	0,27
4	0,91	1,04	0,27
5	0,92	1,04	0,29
6	0,91	1,04	0,29
7	0,92	1,06	0,29
8	0,93	1,06	0,31
9	0,94	1,06	0,31
10	0,94	0,82	0,06
11	0,94	0,83	0,07
12	0,95	0,83	0,06
13	0,97	0,81	0,07
14	0,98	0,82	0,17

No	Sujud - Duduk		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
15	1,08	0,88	0,15
16	1,23	0,97	0,19
17	1,27	1,00	0,32
18	1,31	0,99	0,35
19	1,34	1,04	0,34
20	1,42	1,08	0,40
21	1,44	1,14	0,52
22	1,45	1,17	0,61
23	1,51	1,16	0,82
24	1,57	1,21	0,99
25	1,63	1,26	1,14
26	1,62	1,22	1,27
27	1,70	1,22	1,37
28	1,65	1,01	1,28
29	1,65	0,88	1,16
30	1,71	0,73	1,15
31	1,65	0,56	1,06
32	1,57	0,65	0,83
33	1,47	0,71	0,65
34	1,26	0,75	0,58
35	1,06	0,84	0,35
36	0,96	0,80	0,39
37	0,86	0,76	0,42
38	0,96	0,80	0,44

No	Sujud - Duduk		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
39	0,84	0,81	0,41

Tegangan *input* yang digunakan pada *accelerometer* sebesar 5 volt. Tabel 4.6 menunjukkan hasil *output* sumbu x, y, dan z dari sensor *accelerometer* berdasarkan nilai keluaran *acceleration* x, y, dan z. Pada Pengujian ini, untuk posisi sujud dihasilkan nilai awal x = 0,89 m/s², y = 1,01m/s², dan z = 0,25m/s², dan nilai untuk posisi akhir yaitu duduk sebesar x = 0,84 m/s², y = 0,71 m/s², dan z = 0,41 m/s². Sedangkan hasil grafik dari nilai akselerasi x, y, dan z ditunjukkan oleh Gambar



Gambar 4.6 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Sujud - Duduk

Berdasarkan hasil gambar 4.6. dapat dilihat bahwa kotak yang berwarna merah sebelah kiri menunjukkan posisi sujud, dan kotak yang berwarna kuning sebelah kanan menunjukkan posisi duduk, sedangkan grafik di antara kotak merah dan kuning merupakan gerakan di antara posisi sujud dan duduk. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan gerakan sujud hingga duduk 39 s. Gerakan ini memiliki nilai maksimum untuk sumbu x = $1,71 \text{ m/s}^2$, sumbu y = $1,26 \text{ m/s}^2$, dan sumbu z = $1,37 \text{ m/s}^2$.

4.7 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Duduk Sujud

Pengujian menggunakan sumbu x, y, dan z untuk menentukan posisi duduk dan sujud dengan perubahan *interval* waktu 100ms.

4.7.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Duduk Sujud

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara duduk dengan sujud pada sumbu x, y dan z. Sehingga saat digunakan dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.7.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Duduk Sujud

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- Arduino UNO

- b. *Software Arduino IDE*
- c. *Accelerometer GY-521 / MPU 6050*
- d. Laptop / Komputer
- e. *Microsoft Office Excel*
- f. Kabel USB.

4.7.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Duduk Sujud

Prosedur pengujian alat:

- a. Menghubungkan *Accelerometer* dengan Arduino.
- b. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB.
- c. Memasukkan program *Accelerometer* pada Arduino IDE.
- d. Jika program selesai dimasukkan lalu tekan serial monitor di pojok kanan pada Software Arduino IDE.
- e. Pengamatan data dilakukan di serial monitor pada Arduino IDE.

4.7.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Duduk Sujud

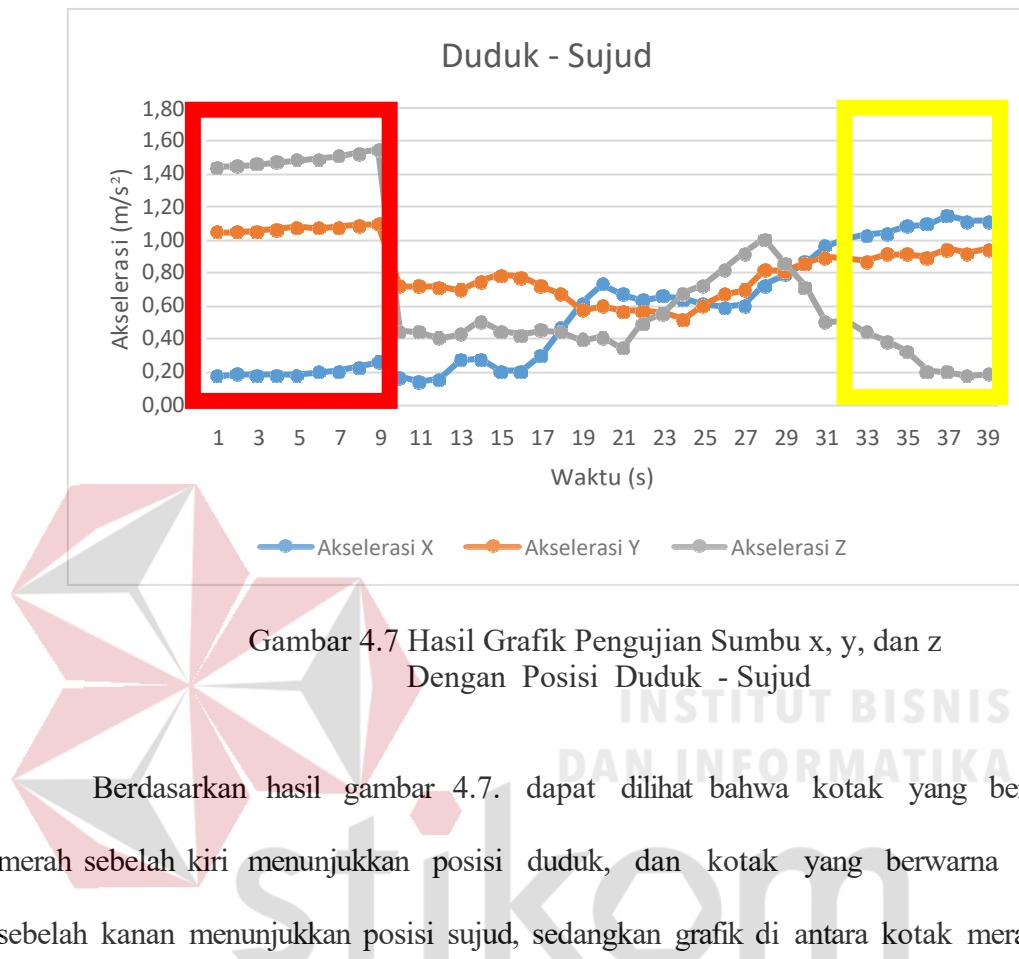
Tabel 4.7. Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Duduk - Sujud

No	Duduk - Sujud		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
1	0,18	1,05	1,44
2	0,19	1,05	1,45

No	Duduk - Sujud		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
3	0,18	1,05	1,46
4	0,19	1,07	1,47
5	0,19	1,08	1,48
6	0,20	1,07	1,49
7	0,21	1,08	1,51
8	0,23	1,09	1,53
9	0,26	1,09	1,55
10	0,17	0,73	0,45
11	0,15	0,73	0,45
12	0,16	0,72	0,41
13	0,27	0,70	0,43
14	0,28	0,75	0,51
15	0,21	0,79	0,45
16	0,21	0,78	0,43
17	0,31	0,72	0,46
18	0,47	0,67	0,44
19	0,62	0,58	0,40
20	0,73	0,60	0,41
21	0,67	0,57	0,34
22	0,64	0,57	0,50
23	0,66	0,56	0,56
24	0,64	0,52	0,68
25	0,61	0,61	0,73
26	0,60	0,67	0,83

No	Duduk - Sujud		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
27	0,61	0,70	0,92
28	0,73	0,82	1,01
29	0,80	0,82	0,85
30	0,86	0,86	0,72
31	0,96	0,90	0,50
32	1,01	0,89	0,52
33	1,03	0,87	0,44
34	1,04	0,92	0,39
35	1,08	0,92	0,33
36	1,10	0,90	0,21
37	1,15	0,95	0,20
38	1,11	0,92	0,18
39	1,12	0,95	0,19

Tegangan *input* yang digunakan pada *accelerometer* sebesar 5 volt. Tabel 4.7 menunjukkan hasil *output* sumbu x, y, dan z dari sensor *accelerometer* berdasarkan nilai keluaran *acceleration* x, y, dan z. Pada Pengujian ini, untuk posisi duduk dihasilkan nilai awal x = 0,18 m/s², y = 1,05 m/s², dan z = 1,44 m/s², dan nilai untuk posisi akhir yaitu sujud sebesar x = 1,12 m/s², y = 0,95 m/s², dan z = 0,19 m/s². Sedangkan hasil grafik dari nilai akselerasi x, y, dan z ditunjukkan oleh Gambar 4.7



Gambar 4.7 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Duduk - Sujud

Berdasarkan hasil gambar 4.7. dapat dilihat bahwa kotak yang berwarna merah sebelah kiri menunjukkan posisi duduk, dan kotak yang berwarna kuning sebelah kanan menunjukkan posisi sujud, sedangkan grafik di antara kotak merah dan kuning merupakan gerakan di antara posisi duduk dan sujud. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan gerakan duduk hingga sujud 39 s. Gerakan ini memiliki nilai maksimum untuk sumbu x = 1,15 m/s^2 , sumbu y = 1,09 m/s^2 , dan sumbu z = 1,55 m/s^2 .

4.8 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Tidur Berdiri

Pengujian menggunakan sumbu x, y, dan z untuk menentukan posisi tidur dan berdiri dengan perubahan *interval* waktu 100ms.

4.8.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Tidur Berdiri

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara tidur dengan berdiri pada sumbu x, y dan z. Sehingga saat digunakan dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.8.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Tidur Berdiri

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- a. Arduino UNO
- b. *Software Arduino IDE*
- c. *Accelerometer GY-521 / MPU 6050*
- d. Laptop / Komputer
- e. *Microsoft Office Excel*
- f. Kabel USB

4.8.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Tidur Berdiri

Prosedur pengujian alat:

- a. Menghubungkan *Accelerometer* dengan Arduino.
- b. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB.
- c. Memasukkan program *Accelerometer* pada Arduino IDE.

- d. Jika program selesai dimasukkan lalu tekan serial monitor di pojok kanan pada Software Arduino IDE.
- e. Pengamatan data dilakukan di serial monitor pada Arduino IDE.

4.8.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Tidur Berdiri

Tabel 4.8. Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Tidur - Berdiri

No	Tidur - Berdiri		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
1	1,09	1,29	0,40
2	1,03	1,34	0,38
3	1,03	1,34	0,37
4	1,05	1,39	0,43
5	1,06	1,40	0,45
6	1,07	1,39	0,47
7	1,08	1,40	0,48
8	1,08	1,41	0,48
9	1,11	1,42	0,50
10	1,05	0,85	0,30
11	1,07	0,87	0,25
12	1,03	0,87	0,25
13	1,04	0,82	0,30
14	1,01	0,83	0,27
15	0,90	0,85	0,33
16	0,83	0,85	0,36
17	0,71	1,00	0,49

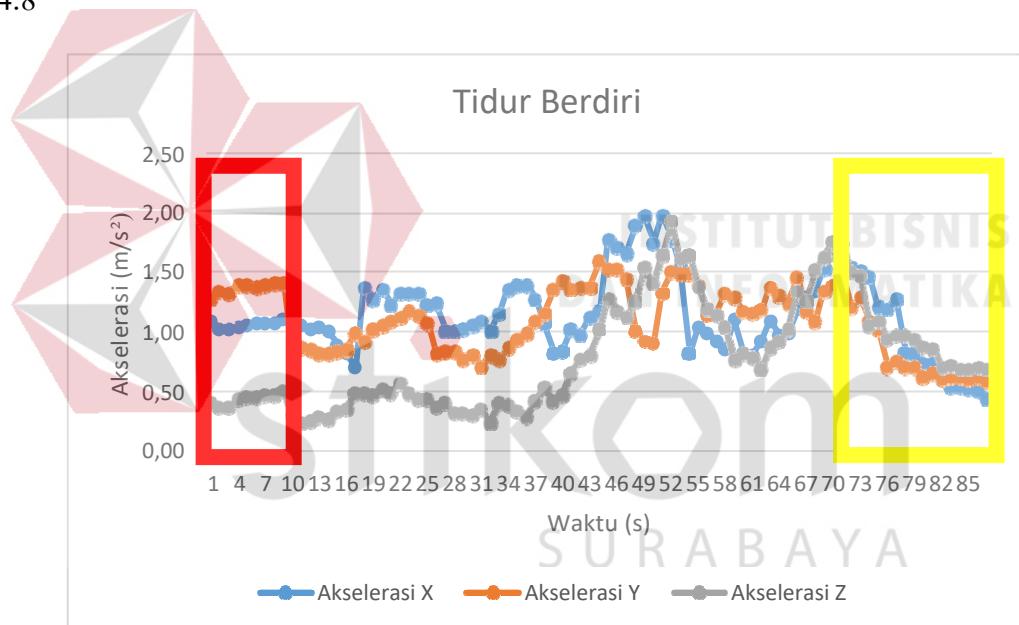
No	Tidur - Berdiri		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
18	1,38	0,92	0,49
19	1,28	1,02	0,48
20	1,36	1,06	0,53
21	1,23	1,09	0,49
22	1,33	1,12	0,57
23	1,34	1,17	0,48
24	1,33	1,15	0,44
25	1,23	1,08	0,43
26	1,24	0,83	0,38
27	1,02	0,84	0,40
28	1,02	0,85	0,32
29	1,03	0,77	0,33
30	1,06	0,80	0,31
31	1,09	0,71	0,35
32	1,00	0,82	0,24
33	1,17	0,78	0,40
34	1,37	0,87	0,38
35	1,40	0,95	0,35
36	1,40	1,00	0,29
37	1,28	1,09	0,42
38	1,07	1,16	0,54
39	0,83	1,36	0,42
40	0,84	1,43	0,47
41	1,04	1,37	0,67

No	Tidur - Berdiri		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
42	0,97	1,38	0,77
43	1,13	1,38	0,81
44	1,17	1,59	1,03
45	1,78	1,53	1,29
46	1,72	1,53	1,18
47	1,66	1,45	1,12
48	1,90	1,01	1,26
49	1,99	0,93	1,54
50	1,75	0,92	1,41
51	1,99	1,33	1,64
52	1,79	1,51	1,93
53	1,57	1,50	1,61
54	0,82	1,51	1,65
55	1,04	1,40	1,39
56	1,00	1,14	1,20
57	0,92	1,15	1,14
58	0,86	1,33	1,04
59	1,11	1,29	0,78
60	0,82	1,18	0,83
61	0,81	1,16	0,80
62	0,94	1,19	0,70
63	1,10	1,39	0,87
64	0,98	1,31	0,92
65	0,99	1,25	1,03

No	Tidur - Berdiri		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
66	1,19	1,46	1,35
67	1,30	1,19	1,27
68	1,35	1,10	1,53
69	1,53	1,36	1,64
70	1,67	1,40	1,76
71	1,63	1,50	1,75
72	1,55	1,21	1,51
73	1,51	1,30	1,48
74	1,46	1,09	1,06
75	1,21	1,04	1,10
76	1,20	0,71	0,94
77	1,28	0,75	0,98
78	0,83	0,71	0,98
79	0,83	0,72	0,94
80	0,74	0,63	0,87
81	0,74	0,65	0,87
82	0,61	0,60	0,71
83	0,55	0,63	0,73
84	0,54	0,63	0,70
85	0,52	0,61	0,70
86	0,51	0,63	0,71
87	0,44	0,58	0,69

Tegangan *input* yang digunakan pada *accelerometer* sebesar 5 volt. Tabel 4.8 menunjukkan hasil *output* sumbu x, y, dan z dari sensor *accelerometer* berdasarkan nilai keluaran *acceleration* x, y, dan z. Pada Pengujian ini, untuk posisi tidur dihasilkan nilai awal x = 1,09 m/s², y = 1,29 m/s², dan z = 0,40m/s², dan nilai untuk posisi akhir yaitu berdiri sebesar x = 0,44 m/s², y = 0,58 m/s², dan z = 0,69 m/s². Sedangkan hasil grafik dari nilai akselerasi x, y, dan z ditunjukkan oleh Gambar 4.8.

4.8



Gambar 4.8 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Tidur - Berdiri

Berdasarkan hasil gambar 4.8. dapat dilihat bahwa kotak yang berwarna merah sebelah kiri menunjukkan posisi tidur, dan kotak yang berwarna kuning sebelah kanan menunjukkan posisi berdiri, sedangkan grafik di antara kotak merah dan kuning merupakan gerakan di antara posisi tidur dan berdiri. Waktu yang

dibutuhkan untuk melakukan gerakan tidur hingga berdiri 1m 27s. Gerakan ini memiliki nilai maksimum untuk sumbu x = $1,99 \text{ m/s}^2$, sumbu y = $1,59 \text{ m/s}^2$, dan sumbu z = $1,93 \text{ m/s}^2$.

4.9 Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Berdiri Tidur

Pengujian menggunakan sumbu x, y, dan z untuk menentukan posisi berdiri dan tidur dengan perubahan *interval* waktu 100ms.

4.9.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Tidur

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara berdiri dengan tidur pada sumbu x, y dan z. Sehingga saat digunakan dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.9.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Tidur

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- a. Arduino UNO
- b. *Software* Arduino IDE
- c. *Accelerometer* GY-521 / MPU 6050
- d. Laptop / Komputer
- e. *Microsoft Office Excel*
- f. Kabel USB

4.9.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Tidur

Prosedur pengujian alat:

- a. Menghubungkan *Accelerometer* dengan Arduino.
- b. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB.
- c. Memasukkan program *Accelerometer* pada Arduino IDE.
- d. Jika program selesai dimasukkan lalu tekan serial monitor dipojok kanan pada Software Arduino IDE.
- e. Pengamatan data dilakukan di serial monitor pada Arduino IDE.

4.9.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri Tidur

Tabel 4.9. Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Berdiri - Tidur

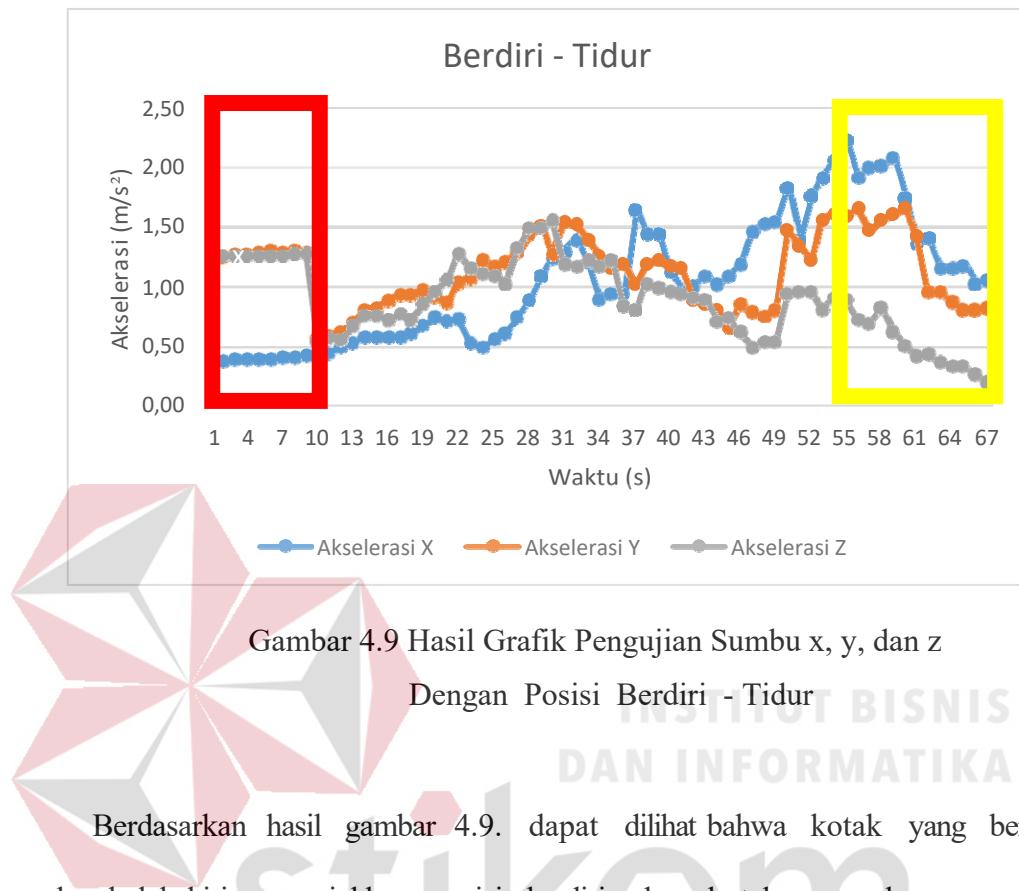
No	Berdiri - Tidur		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
1	0,37	1,26	1,26
2	0,37	1,27	1,26
3	0,38	1,28	1,26
4	0,39	1,28	1,26
5	0,39	1,29	1,26
6	0,39	1,30	1,26
7	0,40	1,30	1,27
8	0,41	1,31	1,27
9	0,42	1,30	1,27

No	Berdiri - Tidur		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
10	0,42	0,57	0,54
11	0,44	0,58	0,58
12	0,48	0,63	0,55
13	0,53	0,70	0,68
14	0,56	0,81	0,75
15	0,57	0,83	0,76
16	0,57	0,89	0,72
17	0,57	0,94	0,77
18	0,60	0,94	0,72
19	0,67	0,97	0,85
20	0,74	0,92	0,96
21	0,71	0,87	1,05
22	0,72	1,05	1,28
23	0,52	1,07	1,15
24	0,48	1,22	1,10
25	0,55	1,18	1,10
26	0,61	1,21	1,03
27	0,74	1,29	1,32
28	0,89	1,44	1,49
29	1,09	1,52	1,49
30	1,24	1,28	1,56
31	1,30	1,54	1,19
32	1,40	1,53	1,18
33	1,20	1,40	1,22

No	Berdiri - Tidur		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
34	0,89	1,27	1,18
35	0,95	1,16	1,23
36	0,95	1,19	0,84
37	1,65	1,02	0,80
38	1,44	1,19	1,03
39	1,44	1,23	0,99
40	1,12	1,17	0,96
41	0,96	1,15	0,93
42	1,01	0,90	0,91
43	1,08	0,85	0,89
44	1,02	0,81	0,71
45	1,09	0,66	0,73
46	1,19	0,86	0,62
47	1,47	0,79	0,49
48	1,53	0,76	0,53
49	1,55	0,81	0,54
50	1,83	1,47	0,94
51	1,40	1,35	0,95
52	1,76	1,22	0,95
53	1,92	1,56	0,81
54	2,07	1,62	0,91
55	2,23	1,59	0,89
56	1,91	1,65	0,72
57	2,00	1,47	0,69

No	Berdiri - Tidur		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
58	2,01	1,57	0,82
59	2,08	1,61	0,62
60	1,75	1,66	0,50
61	1,36	1,43	0,42
62	1,40	0,95	0,43
63	1,16	0,97	0,36
64	1,16	0,87	0,33
65	1,18	0,81	0,33
66	1,03	0,81	0,27
67	1,06	0,83	0,20

Tegangan *input* yang digunakan pada *accelerometer* sebesar 5 volt. Tabel 4.9 menunjukkan hasil *output* sumbu x, y, dan z dari sensor *accelerometer* berdasarkan nilai keluaran *acceleration* x, y, dan z. Pada Pengujian ini, untuk posisi berdiri dihasilkan nilai awal x = 0,37 m/s², y = 1,26 m/s², dan z = 1,26 m/s², dan nilai untuk posisi akhir yaitu tidur sebesar x = 1,06 m/s², y = 0,83 m/s², dan z = 0,20 m/s². Sedangkan hasil grafik dari nilai akselerasi x, y, dan z ditunjukkan oleh Gambar 4.9



Berdasarkan hasil gambar 4.9. dapat dilihat bahwa kotak yang berwarna merah sebelah kiri menunjukkan posisi berdiri, dan kotak yang berwarna kuning sebelah kanan menunjukkan posisi tidur, sedangkan grafik di antara kotak merah dan kuning merupakan gerakan di antara posisi berdiri dan tidur. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan gerakan berdiri hingga tidur 1m 7s. Gerakan ini memiliki nilai maksimum untuk sumbu x = 2,23 m/s², sumbu y = 1,66 m/s², dan sumbu z = 1,56 m/s².

4.10 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Depan

Pengujian menggunakan sumbu x, y, dan z untuk menentukan posisi jatuh depan dengan perubahan *interval* waktu 100ms.

4.10.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Depan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara posisi sebelum jatuh yaitu berdiri dan posisi jatuh depan pada sumbu x, y dan z. Sehingga saat digunakan dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.10.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Depan

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- a. Arduino UNO
- b. *Software Arduino IDE*
- c. *Accelerometer GY-521 / MPU 6050*
- d. Laptop / Komputer
- e. *Microsoft Office Excel*
- f. Kabel USB

4.10.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Depan

Prosedur pengujian alat:

- a. Menghubungkan *Accelerometer* dengan Arduino.
- b. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB.
- c. Memasukkan program *Accelerometer* pada Arduino IDE.

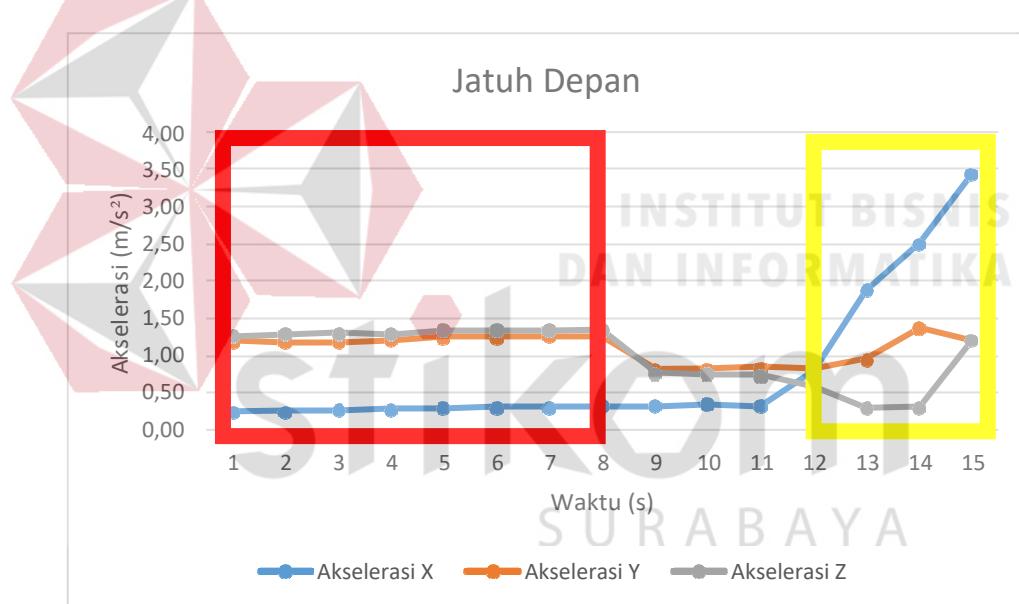
- d. Jika program selesai dimasukkan lalu tekan serial monitor di pojok kanan pada Software Arduino IDE.
- e. Pengamatan data dilakukan di serial monitor pada Arduino IDE.

4.10.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Depan

Tabel 4.10. Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Depan

No	Jatuh Depan		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
1	0,25	1,20	1,27
2	0,26	1,19	1,29
3	0,27	1,19	1,31
4	0,29	1,21	1,30
5	0,29	1,26	1,34
6	0,31	1,25	1,34
7	0,31	1,26	1,34
8	0,33	1,26	1,35
9	0,32	0,82	0,77
10	0,35	0,83	0,75
11	0,33	0,84	0,74
12	0,80	0,83	0,59
13	1,89	0,95	0,30
14	2,51	1,37	0,31
15	3,44	1,21	1,21

Tegangan *input* yang digunakan pada *accelerometer* sebesar 5 volt. Tabel 4.10 menunjukkan hasil *output* sumbu x, y, dan z dari sensor *accelerometer* berdasarkan nilai keluaran *acceleration* x, y, dan z. Pada Pengujian ini, untuk posisi sebelum jatuh yaitu berdiri dihasilkan nilai awal x = 0,25m/s², y = 1,20m/s², dan z = 1,27m/s², dan nilai untuk posisi akhir yaitu jatuh depan sebesar x = 3,44 m/s², y = 1,21 m/s², dan z = 1,21 m/s². Sedangkan hasil grafik dari nilai akselerasi x, y, dan z ditunjukkan oleh Gambar 4.10



Gambar 4.10 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Jatuh Depan

Berdasarkan hasil gambar 4.10. dapat dilihat bahwa kotak yang berwarna merah sebelah kiri menunjukkan posisi awal sebelum jatuh yaitu berdiri, dan kotak yang berwarna kuning sebelah kanan menunjukkan posisi jatuh depan, sedangkan grafik di antara kotak merah dan kuning merupakan gerakan di antara posisi sebelum

jatuh dan jatuh depan. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan gerakan jatuh ke depan 15s. Gerakan ini memiliki nilai maksimum untuk sumbu x = $3,44 \text{ m/s}^2$, sumbu y = $1,37 \text{ m/s}^2$, dan sumbu z = $1,35 \text{ m/s}^2$.

4.11 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Belakang

Pengujian menggunakan sumbu x, y, dan z untuk menentukan posisi jatuh belakang dengan perubahan *interval* waktu 100ms.

4.11.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Belakang

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara posisi sebelum jatuh yaitu berdiri dan posisi jatuh belakang pada sumbu x, y dan z. Sehingga saat digunakan dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.11.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Belakang

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- a. Arduino UNO
- b. *Software* Arduino IDE
- c. *Accelerometer* GY-521 / MPU 6050
- d. Laptop / Komputer
- e. *Microsoft Office Excel*
- f. Kabel USB

4.11.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Belakang

Prosedur pengujian alat:

- a. Menghubungkan *Accelerometer* dengan Arduino.
- b. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB.
- c. Memasukkan program *Accelerometer* pada Arduino IDE.
- d. Jika program selesai dimasukkan lalu tekan serial monitor di pojok kanan pada Software Arduino IDE.
- e. Pengamatan data dilakukan di serial monitor pada Arduino IDE.

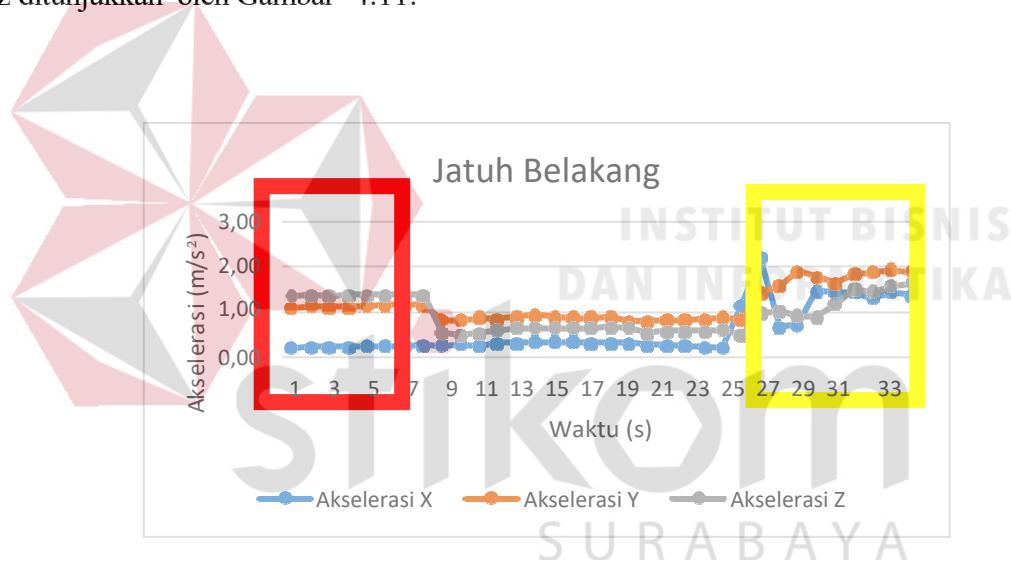
4.11.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Belakang

Tabel 4.11. Pengujian Sumbu x, y, dan z pada Posisi Jatuh Belakang

No	Jatuh Belakang		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
1	0,21	1,10	1,36
2	0,22	1,13	1,37
3	0,23	1,13	1,37
4	0,24	1,12	1,38
5	0,25	1,14	1,39
6	0,25	1,16	1,38
7	0,25	1,17	1,38
8	0,27	1,17	1,39
9	0,26	0,83	0,54
10	0,31	0,83	0,49

No	Jatuh Belakang		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
11	0,25	0,87	0,54
12	0,32	0,85	0,61
13	0,32	0,90	0,65
14	0,34	0,93	0,65
15	0,34	0,89	0,66
16	0,34	0,88	0,66
17	0,32	0,88	0,66
18	0,33	0,89	0,67
19	0,33	0,80	0,65
20	0,28	0,81	0,55
21	0,29	0,84	0,59
22	0,26	0,84	0,59
23	0,24	0,85	0,59
24	0,21	0,88	0,60
25	1,16	0,84	0,50
26	2,22	1,43	0,96
27	0,67	1,59	1,03
28	0,72	1,92	0,92
29	1,46	1,78	0,91
30	1,45	1,64	1,18
31	1,44	1,85	1,52
32	1,31	1,90	1,45
33	1,44	1,93	1,58
34	1,37	1,89	1,63

Tegangan *input* yang digunakan pada *accelerometer* sebesar 5 volt. Tabel 4.11 menunjukkan hasil *output* sumbu x, y, dan z dari sensor *accelerometer* berdasarkan nilai keluaran *acceleration* x, y, dan z. Pada Pengujian ini, untuk posisi sebelum jatuh yaitu berdiri dihasilkan nilai awal $x = 0,21 \text{ m/s}^2$, $y = 1,10 \text{ m/s}^2$, dan $z = 1,36 \text{ m/s}^2$, dan nilai untuk posisi akhir yaitu jatuh belakang sebesar $x = 1,37 \text{ m/s}^2$, $y = 1,89 \text{ m/s}^2$, dan $z = 1,63 \text{ m/s}^2$. Sedangkan hasil grafik dari nilai akselerasi x, y, dan z ditunjukkan oleh Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Jatuh Belakang

Berdasarkan hasil gambar 4.11. dapat dilihat bahwa kotak yang berwarna merah sebelah kiri menunjukkan posisi awal sebelum jatuh yaitu berdiri, dan kotak yang berwarna kuning sebelah kanan menunjukkan posisi jatuh belakang, sedangkan grafik di antara kotak merah dan kuning merupakan gerakan di antara posisi sebelum jatuh dan jatuh belakang. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan gerakan jatuh ke

belakang 34 s. Gerakan ini memiliki nilai maksimum untuk sumbu x = 2,22 m/s², sumbu y = 1,93 m/s², dan sumbu z = 1,63 m/s².

4.12 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kanan

Pengujian menggunakan sumbu x, y, dan z untuk menentukan posisi jatuh samping kanan dengan perubahan *interval* waktu 100ms.

4.12.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kanan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara posisi sebelum jatuh yaitu berdiri dan posisi jatuh samping kanan pada sumbu x, y dan z. Sehingga saat digunakan dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.12.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kanan

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- a. Arduino UNO
- b. *Software* Arduino IDE
- c. *Accelerometer* GY-521 / MPU 6050
- d. Laptop / Komputer
- e. *Microsoft Office Excel*
- f. Kabel USB

4.12.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kanan

Prosedur pengujian alat:

- a. Menghubungkan *Accelerometer* dengan Arduino.
- b. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB.
- c. Memasukkan program *Accelerometer* pada Arduino IDE.
- d. Jika program selesai dimasukkan lalu tekan serial monitor dipojok kanan pada Software Arduino IDE.
- e. Pengamatan data dilakukan di serial monitor pada Arduino IDE.

4.12.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kanan

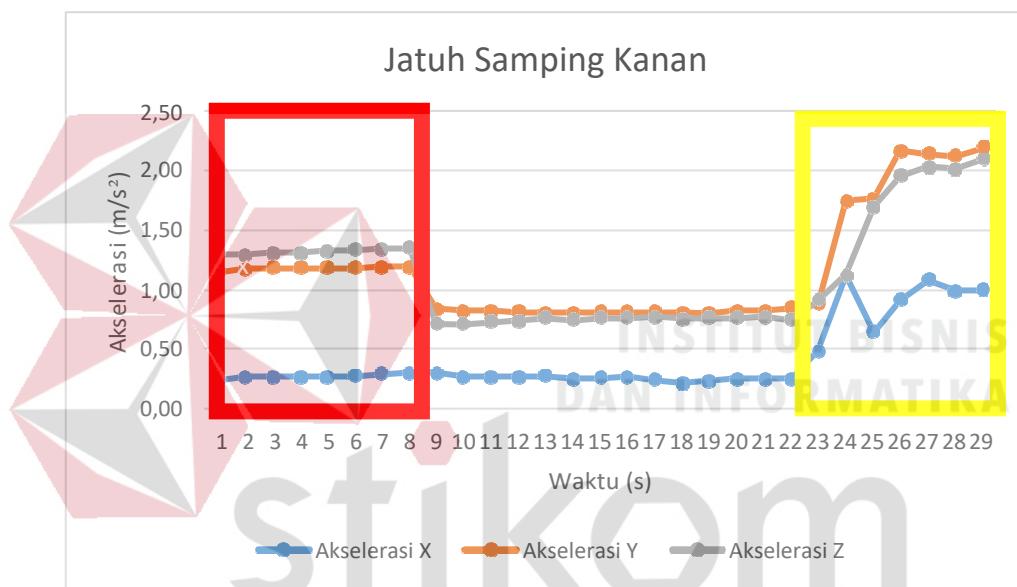
Tabel 4.12. Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kanan

No	Jatuh Samping Kanan		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
1	0,24	1,15	1,30
2	0,26	1,17	1,29
3	0,26	1,18	1,30
4	0,27	1,18	1,31
5	0,27	1,18	1,33
6	0,27	1,18	1,34
7	0,29	1,19	1,34
8	0,30	1,19	1,35
9	0,30	0,84	0,71

No	Jatuh Samping Kanan		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
10	0,26	0,82	0,71
11	0,27	0,82	0,73
12	0,26	0,81	0,74
13	0,27	0,81	0,76
14	0,25	0,80	0,75
15	0,26	0,81	0,76
16	0,27	0,81	0,76
17	0,24	0,81	0,77
18	0,22	0,80	0,75
19	0,24	0,80	0,76
20	0,25	0,82	0,76
21	0,25	0,82	0,77
22	0,25	0,85	0,74
23	0,49	0,88	0,92
24	1,12	1,75	1,12
25	0,65	1,76	1,69
26	0,92	2,17	1,95
27	1,09	2,14	2,03
28	0,99	2,12	2,01
29	1,00	2,19	2,09

Tegangan *input* yang digunakan pada *accelerometer* sebesar 5 volt. Tabel 4.12 menunjukkan hasil *output* sumbu x, y, dan z dari sensor *accelerometer* berdasarkan nilai keluaran *acceleration* x, y, dan z. Pada Pengujian ini, untuk posisi

sebelum jatuh yaitu berdiri dihasilkan nilai awal $x = 0,24 \text{ m/s}^2$, $y = 1,15 \text{ m/s}^2$, dan $z = 1,30 \text{ m/s}^2$, dan nilai untuk posisi akhir yaitu jatuh samping kanan sebesar $x = 1,00 \text{ m/s}^2$, $y = 2,19 \text{ m/s}^2$, dan $z = 2,09 \text{ m/s}^2$. Sedangkan hasil grafik dari nilai akselerasi x, y, dan z ditunjukkan oleh Gambar 4.12



Gambar 4.12 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Jatuh Samping Kanan

Berdasarkan hasil gambar 4.12. dapat dilihat bahwa kotak yang berwarna merah sebelah kiri menunjukkan posisi awal sebelum jatuh yaitu berdiri, dan kotak yang berwarna kuning sebelah kanan menunjukkan posisi jatuh samping kanan, sedangkan grafik di antara kotak merah dan kuning merupakan gerakan di antara posisi sebelum jatuh dan jatuh samping kanan. Waktu yang dibutuhkan untuk

melakukan gerakan jatuh ke belakang 29 s. Gerakan ini memiliki nilai maksimum untuk sumbu x = 1,12 m/s², sumbu y = 2,19 m/s², dan sumbu z = 2,09 m/s².

4.13 Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kiri

Pengujian menggunakan sumbu x, y, dan z untuk menentukan posisi jatuh samping kiri dengan perubahan *interval* waktu 100ms.

4.13.1 Tujuan Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kiri

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara posisi sebelum jatuh yaitu berdiri dan posisi jatuh samping kiri pada sumbu x, y dan z. Sehingga saat digunakan dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.13.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kiri

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- a. Arduino UNO
- b. *Software* Arduino IDE
- c. *Accelerometer* GY-521 / MPU 6050
- d. Laptop / Komputer
- e. *Microsoft Office Excel*
- f. Kabel USB

4.13.3 Prosedur Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kiri

Prosedur pengujian alat:

- a. Menghubungkan *Accelerometer* dengan Arduino.
- b. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB.
- c. Memasukkan program *Accelerometer* pada Arduino IDE.
- d. Jika program selesai dimasukkan lalu tekan serial monitor di pojok kanan pada Software Arduino IDE.
- e. Pengamatan data dilakukan di serial monitor pada Arduino IDE.

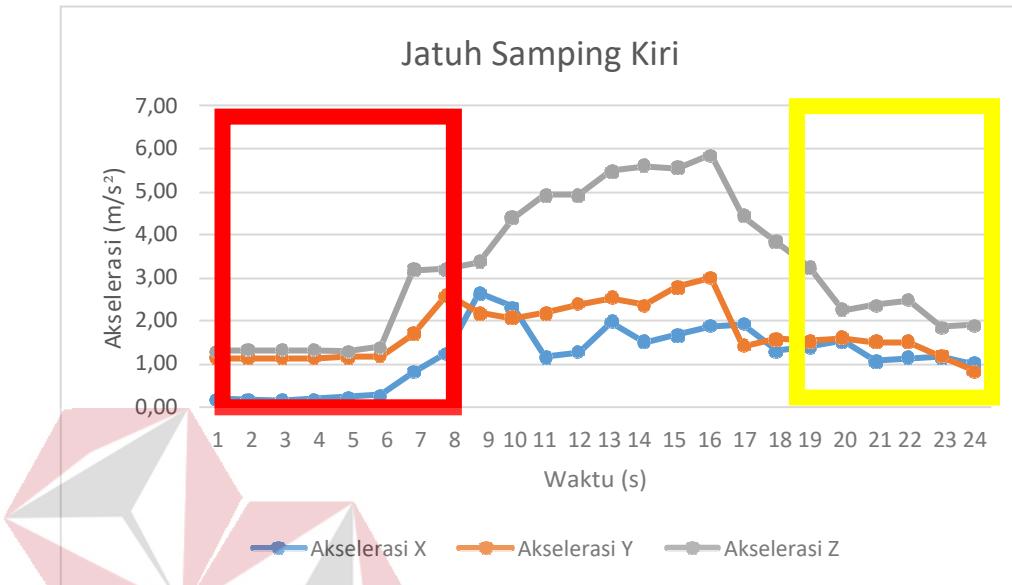
4.13.4 Hasil Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kiri

Tabel 4.13. Pengujian Sumbu x, y, dan z Pada Posisi Jatuh Samping Kiri

No	Jatuh Samping Kiri		
	Akselerasi x (m/s^2)	Akselerasi y (m/s^2)	Akselerasi z (m/s^2)
1	0,18	1,14	1,31
2	0,17	1,13	1,31
3	0,17	1,14	1,33
4	0,18	1,15	1,32
5	0,23	1,17	1,30
6	0,27	1,19	1,40
7	0,80	1,69	3,18
8	1,26	2,60	3,21
9	2,65	2,19	3,37
10	2,32	2,08	4,39

No	Jatuh Samping Kiri		
	Akselerasi x (m/s ²)	Akselerasi y (m/s ²)	Akselerasi z (m/s ²)
11	1,16	2,18	4,93
12	1,28	2,39	4,91
13	1,97	2,54	5,47
14	1,52	2,36	5,60
15	1,67	2,78	5,55
16	1,88	3,00	5,86
17	1,92	1,42	4,43
18	1,30	1,59	3,82
19	1,40	1,53	3,25
20	1,53	1,59	2,25
21	1,06	1,50	2,36
22	1,13	1,52	2,47
23	1,15	1,18	1,86
24	1,00	0,84	1,89

Tegangan *input* yang digunakan pada *accelerometer* sebesar 5 volt. Tabel 4.13 menunjukkan hasil *output* sumbu x, y, dan z dari sensor *accelerometer* berdasarkan nilai keluaran *acceleration* x, y, dan z. Pada Pengujian ini, untuk posisi sebelum jatuh yaitu berdiri dihasilkan nilai awal x = 0,18 m/s², y = 1,14 m/s², dan z = 1,31 m/s², dan nilai untuk posisi akhir yaitu jatuh samping kiri sebesar x = 1,00 m/s², y = 0,84 m/s², dan z = 1,89 m/s². Sedangkan hasil grafik dari nilai akselerasi x, y, dan z ditunjukkan oleh Gambar 4.13



Gambar 4.13 Hasil Grafik Pengujian Sumbu x, y, dan z Dengan Posisi Jatuh Samping Kiri

Berdasarkan hasil gambar 4.13. dapat dilihat bahwa kotak yang berwarna merah sebelah kiri menunjukkan posisi awal sebelum jatuh yaitu berdiri, dan kotak yang berwarna kuning sebelah kanan menunjukkan posisi jatuh samping kiri, sedangkan grafik di antara kotak merah dan kuning merupakan gerakan di antara posisi sebelum jatuh dan jatuh samping kiri. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan gerakan jatuh ke samping kiri 24 s. Gerakan ini memiliki nilai maksimum untuk sumbu x = $2,65 \text{ m/s}^2$, sumbu y = $3,00 \text{ m/s}^2$, dan sumbu z = $5,86 \text{ m/s}^2$.

4.14 Pengujian Jarak Komunikasi *Bluetooth* Dengan *Bluetooth*

Pengujian menggunakan modul *Bluetooth* HC-05 sebanyak 2 buah sebagai *master* dan *slave*.

4.14.1 Tujuan Pengujian Jarak Komunikasi *Bluetooth* Dengan *Bluetooth*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah data dapat terkirim dengan baik dengan menggunakan komunikasi *Bluetooth* untuk mendapatkan jarak maksimal. Sehingga saat digunakan pada sistem dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.14.2 Alat Yang Digunakan Dalam Pengujian Jarak Komunikasi *Bluetooth* Dengan *Bluetooth*

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- a. Arduino UNO
- b. *Software Arduino IDE*
- c. HTerm
- d. Laptop / Komputer
- e. Kabel USB
- f. 2 buah *Bluetooth* HC-05
- g. USB to TTL

4.143 Prosedur Pengujian Jarak Komunikasi *Bluetooth* Dengan *Bluetooth*

Pengujian alat:

Bluetooth HC-05

- a. Menghubungkan Arduino dengan *Bluetooth*.
- b. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB
- c. Program Arduino menggunakan Arduino IDE dengan program pengiriman data satu karakter
- d. Mengirim data satu karakter *Bluetooth* (*slave*) pada Arduino IDE *Bluetooth* HC-05 sebagai *master*
- e. Menghubungkan USB to TTL dengan *Bluetooth*
- f. Menghubungkan USB to TTL dengan Laptop
- g. Membuka *software* di HTerm lalu amati data *Bluetooth* dari pengiriman *Bluetooth* master

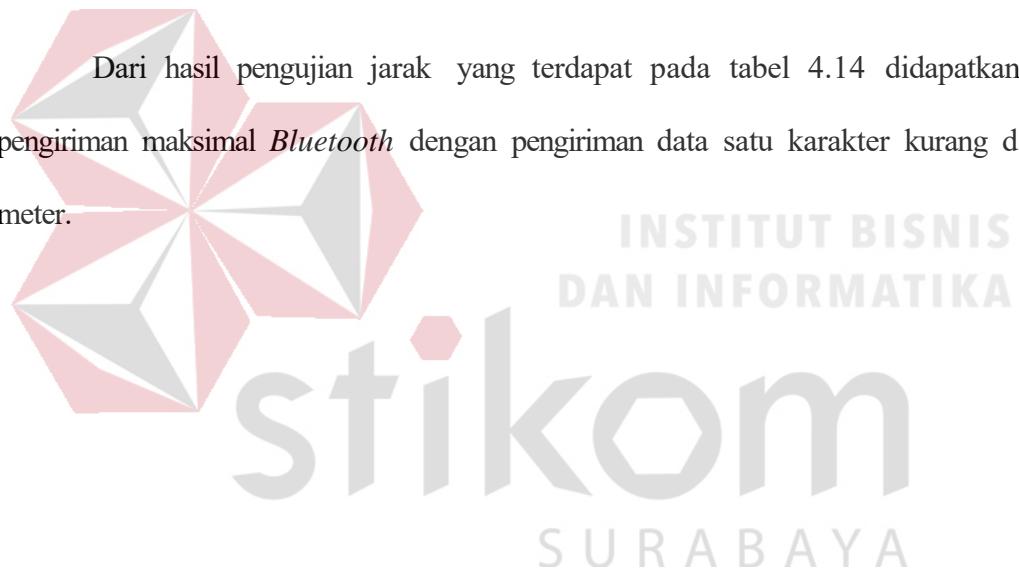
4.144 Hasil Pengujian Jarak Komunikasi *Bluetooth*

Tabel 4.14. Pengujian Jarak Komunikasi *Bluetooth*

No	Jarak	Hasil Pengujian
1	1 meter	Berhasil
2	2 meter	Berhasil
3	3 meter	Berhasil
4	4 meter	Berhasil

5	5 meter	Berhasil
6	6 meter	Berhasil
7	7 meter	Berhasil
8	8 meter	Berhasil
9	9 meter	Berhasil
10	10 meter	Berhasil
11	11 meter	Tidak

Dari hasil pengujian jarak yang terdapat pada tabel 4.14 didapatkan jarak pengiriman maksimal *Bluetooth* dengan pengiriman data satu karakter kurang dari 11 meter.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan deteksi jatuh dan pengiriman data menggunakan komunikasi serial dari *Bluetooth* ke *Bluetooth*, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem dapat membedakan gerakan normal (sebanyak 8 gerakan) dengan gerakan jatuh (sebanyak 4 gerakan) berdasarkan interval waktu 100ms menggunakan *accelerometer*.
2. Komunikasi *Bluetooth* dapat bekerja dengan baik dengan jarak maksimal kurang dari 11 meter.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan, agar alat pendeksi jatuh dapat berjalan dengan baik penulis memberi saran seperti berikut:

1. Perlu adanya perhitungan rumus untuk mendapatkan nilai hasil yang lebih maksimal.
2. Pengiriman data menggunakan *Bluetooth* diganti dengan module *wireless* atau *web server* agar pengiriman lebih jauh dan efisien.
3. Posisi alat pada samping pinggang kadang-kadang berubah akibat dari gerakan jatuh, sehingga desain alat harus lebih diperhatikan.

4. Desain alat harus lebih diperhatikan karena ukurannya terlalu besar sehingga perlu diperkecil lagi.



Daftar Pustaka

- Arduino.cc. 2013. *Arduino Board Uno SMD* [online] (<http://arduino.cc/en/main/ArduinoBoardUnoSMD>, diakses tanggal 24 November 2016)
- Arduino.cc. 2013. *Software Arduino IDE*, [online] (<http://arduino.cc/en/main/software>, diakses tanggal 24 November 2016)
- Banzi, M. 2009. *Getting Started with Arduino*. America: O'Reilly.
- Djuandi,Feri.(2011).Pengenalan Arduino. www.tobuku.com, diakses 8 November 2016
- Chen, D. et al., 2011. A wearable wireless fall detection. In: s.l.:IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO), p. 2259–2263.
- Dai, J., Bai, X., Yang, Z., Shen, Z., Xuan, D., 2010. PerFall D: A pervasive fall detection system using mobile phones, in: 2010 8th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops). Presented at the 2010 8th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), pp.292–297
- Kenny, T. 2005. Sensor Fundamentals. h.1-20. In. J. Wilson (Ed.). *Sensor Technology Handbook*. Elsevier. Oxford.
- Komisi Nasional Lanjut Usia, 2010. *Profil Penduduk Lanjut Usia 2009*, Jakarta: Komnas Nasional Lanjut Usia.
- Lim, D. et al., 2014. Fall-Detection Algorithm Using 3-Axis Acceleration:. *Journal of Applied Mathematics*, p. 8.
- Lindiana, M., Mustika, I. W. & S., 2014. *PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI JATUH PADA LANJUT USIA*. Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi.
- Martono, H. & Pranarka , K., 2011. *Buku Ajar Geriatri (Ilmu Kesehatan Usia Lanjut)*. Jakarta: Edisi 4: Balai Penerbit FKUI.
- Rahman Alma'i, V., Wahyudi S.T, M. & Iwan Setiawan ST, M., n.d. *Aplikasi Sensor Accelerometer Pada Deteksi Posisi*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Shumway-Cook, A. et al., 2009. *Falls in the Medicare population*:. *Phys*, 89(Ther), p. 324–332.