

## Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Jatuh untuk Manula dengan Menggunakan Accelerometer

<sup>1</sup>Siti Norhabibah, <sup>2</sup>Wahyu Andhyka K., <sup>3</sup>Diah Risqiwati

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang

e-mail : <sup>1</sup>sitinorhabibah@gmail.com, <sup>2</sup>kusuma.wahyu.a@gmail.com,

<sup>3</sup>diah.risqiwati@gmail.com

### Abstrak

*Manula atau Manusia Lanjut Usia merupakan masa transisi kehidupan terakhir manusia. Menurun atau menghilangnya fungsi organ seperti hilangnya keseimbangan, penglihatan dan pendengaran mulai berkurang menyebabkan manula sering terjatuh. Terbatasnya kemampuan fisik yang dialami manula membuat mereka membutuhkan pengawasan. Pengawasan ini sangat penting dilakukan agar tidak terjadi hal-hal yang tidak di inginkan. Untuk mengawasi dan memantau manula apakah terjadi insiden jatuh atau tidak, dapat dilakukan dengan memanfaatkan suatu alat yaitu accelerometer. Pada penelitian ini, besaran akselerasi pada sumbu x, y, dan z dari sensor accelerometer diolah menjadi nilai total akselerasi. Kemudian nilai tersebut akan dibandingkan dengan nilai threshold yang lebih rendah dan nilai threshold yang lebih tinggi. Setelah itu nilai total akselerasi akan di bandingkan lagi dengan nilai threshold dari nilai total orientasi. Nilai total akselerasi digunakan untuk membedakan aktivitas biasa dan jatuh. Hasil dari penelitian ini menunjukkan sistem yang di kembangkan memiliki nilai sensitivity sebesar 89% dan specificity sebesar 98%.*

**Kata kunci:** Manula, Deteksi Jatuh, Accelerometer, Total Akselerasi

### Abstract

*Elderly is a last transitional period of human life. Decrease or disappearance of organ function such as loss of balance, reduced vision and hearing cause the elderly often fall. The limited physical ability of them requires supervision. Supervision is necessary to avoid undesirable thing occurs. Here, a tool called accelerometer can be used to supervise and monitor whether the fall incident occurs or not to the elderly. In this study, the magnitude of the acceleration in x, y, and z axes of the accelerometer sensor is processed into a total value of acceleration. Then the value will be compared with the lower threshold value and the higher threshold value. After that the total value of the acceleration is compared again with the threshold value of the total value orientations. The total value of acceleration is used to distinguish between regular activity and falling. The results of this study indicate that the system developed has the sensitivity values of 89% and specificity of 98%.*

**Keywords:** Elderly, Fall detection, Accelerometer, Total Acceleration

### 1. Pendahuluan

Jatuh merupakan kejadian yang sering terjadi di lingkungan sekitar, hampir setiap orang pernah mengalami jatuh baik balita, anak-anak, dewasa maupun lanjut usia. Menurut penelitian mengenai deteksi jatuh bahwa sekitar 50 persen orang yang telah berusia 80 tahun pernah mengalami jatuh yang berarti jatuh memengaruhi jutaan orang di dunia[1]. Menurun atau menghilangnya fungsi organ seperti hilangnya keseimbangan, penglihatan, dan pendengaran mulai berkurang, serta ketidakmampuan jaringan dalam mempertahankan fungsi normalnya merupakan penyebab manula sering terjatuh. Beberapa akibat yang ditimbulkan oleh jatuh, seperti rasa sakit, kelemahan tubuh, cacat, bahkan dapat meningkatkan risiko kematian [2].

Terbatasnya kemampuan fisik yang dialami manula seperti tidak mampu untuk berdiri kembali ketika terjatuh, tidak ada akses pertolongan pertama dan sulit

menghubungi keluarganya membuat mereka membutuhkan perlakuan khusus. Diperlukan adanya pengawasan dari keluarga terdekat. Pengawasan ini sangat penting dilakukan agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Keluarga terdekat harus selalu menemani dan mengawasi apa saja yang mereka kerjakan. Sehingga apabila terjadi sesuatu dapat langsung ditangani agar tidak berakibat fatal. Akan tetapi hal tersebut bukanlah hal yang mudah dilakukan karena para keluarga juga memiliki kesibukan masing-masing. Kecemasan muncul ketika para keluarga tidak dapat memantau apa yang terjadi dengan manula. Untuk mengawasi dan memantau manula apakah terjadi insiden jatuh atau tidak diperlukan suatu alat yaitu *accelerometer*.

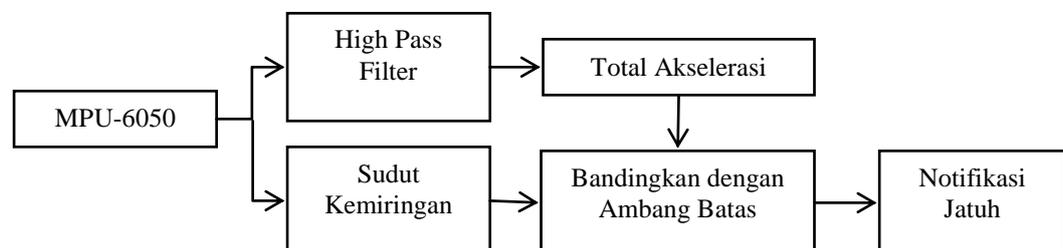
Pada penelitian sebelumnya yaitu tentang “pengembangan sistem deteksi jatuh pada lanjut usia menggunakan sensor *accelerometer* pada *smartphone* android” penelitian ini mengembangkan aplikasi deteksi jatuh menggunakan *smartphone*. Pada aktivitas biasa seperti berbaring yang dilanjutkan dengan berdiri algoritma kadang-kadang masih mendeteksi sebagai kondisi jatuh, begitu juga dengan aktivitas berlari. Hal tersebut disebabkan karena titik puncak dan sudut yang dibentuk sama dengan saat terjadi jatuh sehingga diperlukan pengembangan algoritma untuk mengatasi masalah tersebut. Penelitian ini juga masih sebatas melakukan deteksi, ke depannya pengembangan dapat dilakukan dengan menambah fitur-fitur tambahan[3].

Penulis merancang sebuah sistem *monitoring* deteksi jatuh untuk manula menggunakan *accelerometer*. *Monitoring* dilakukan menggunakan aplikasi android. Sensor MPU6050 (*accelerometer* dan *gyroscope*) akan mengambil data berupa nilai  $AcX$ ,  $AcY$ ,  $AcZ$ ,  $GyX$ ,  $GyY$  dan  $GyZ$ . Setelah itu nilai tersebut akan di olah di arduino nano dengan cara menghitung nilai kalibrasi. Setelah di kalibrasi kemudian menghitung nilai total akselerasi. Selanjutnya nilai total akselerasi akan di bandingkan dengan nilai *threshold* yang telah di tentukan. Jika nilai total akselerasi memenuhi dua kondisi yaitu kurang dari nilai *threshold* dan melebihi nilai *threshold*, maka selanjutnya sistem akan mengecek lagi apakah terjadi perubahan nilai total orientasi dan melebihi nilai *threshold* yang sudah di tentukan. Apabila ketiga kondisi diatas terpenuhi maka dapat disimpulkan telah terjadi insiden jatuh. Aplikasi android akan menerima notifikasi berupa *alert* ketika ada insiden jatuh yang dikirimkan melalui media komunikasi *Bluetooth*.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian sebelumnya, sistem dibangun menggunakan *smartphone* dengan sistem operasi android dan menggunakan sensor *accelerometer* dengan tiga sumbu x, y, dan z [3]. Besaran ketiga sumbu tersebut digunakan untuk menghitung total akselerasi (A). Besaran yang dihasilkan masih dipengaruhi oleh massa dari perangkat, gaya, dan percepatan gravitasi. Untuk mendapatkan hasil pembacaan akselerasi yang sebenarnya pengaruh gravitasi bumi dapat dihilangkan dengan menggunakan *filter* [3].



Gambar 1 Proses Deteksi Jatuh [3]

Pada penelitian ini posisi jatuh di kelompokkan menjadi empat yaitu telungkup, tengadap, posisi ke samping kanan, dan posisi ke samping kiri. Untuk membedakan posisi tersebut digunakan sudut kemiringan [3].

## 2.2 Penelitian Sekarang

Dalam Penelitian, proses deteksi jatuh di mulai ketika *hardware* di pakai dan di aktifkan selanjutnya sensor MPU-6050 melakukan *sensing* untuk mendapatkan data berupa nilai AcX, AcY, AcZ, GyX, GyY, dan GyZ. Prosedur kalibrasi digunakan untuk menentukan vector percepatan posisi vertical sebelum algoritma deteksi jatuh di eksekusi [4]. Data tersebut kemudian diolah dengan di kalibrasi menggunakan persamaan (1)(2):

$$Ap = \frac{(ACC_{new} - AcCaVal)}{16384} \quad (1)$$

$$Gp = \left( \frac{Gyp \pm GyCaVal}{131.07} \right) \quad (2)$$

Setelah itu sistem akan melakukan pengolahan data dengan menghitung nilai *Total Acceleration(AT)* dengan menggunakan persamaan (3).

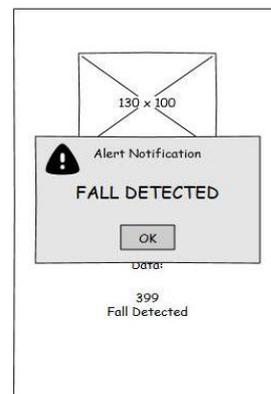
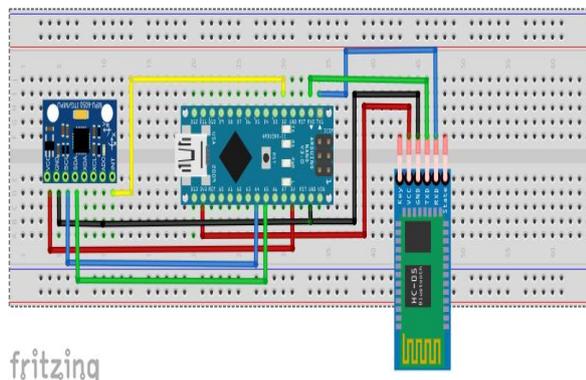
$$AT = \sqrt{Ax^2 + Ay^2 + Az^2} \quad (3)$$

Aktifitas jatuh di nyatakan ketika selisih nilai maksimum total akselerasi dengan nilai minimum akselerasi akan dibandingkan dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan. Jika nilainya memenuhi, kemudian akan dilakukan observasi lagi dengan membandingkan nilai vertical akselerasi dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan [5]. Penentuan ATth diketahui berdasarkan hasil percobaan dan pengujian [3]. Analisa Total Orientasi juga digunakan sebagai salah satu acuan sistem dalam mendeteksi insiden jatuh. Selain *hardware* membaca perubahan nilai akselerasi sumbu x, y, dan z pada sensor *accelerometer*, *hardware* juga membaca setiap perubahan orientasi nilai sumbu x, y, dan sensor pada sensor *gyroscope*. Sehingga untuk menghitung total orientasi dengan menggunakan persamaan (4).

$$GT = \sqrt{Gx^2 + Gy^2 + Gz^2} \quad (4)$$

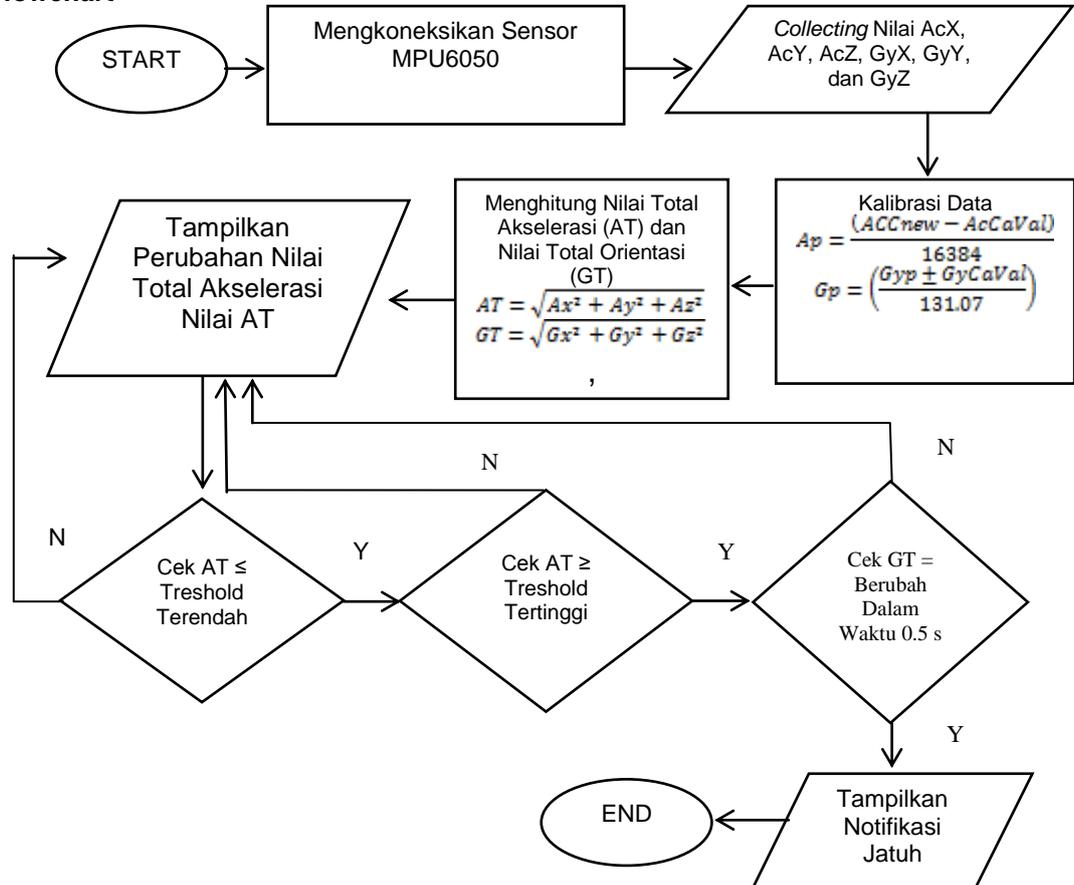
## 2.3 Desain Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Pada perancangan pembuatan *hardware* ini digunakan media project board untuk menghubungkan antara arduino nano, MPU6050, dan *bluetooth* HC-05. Untuk menghubungkan alat ini digunakan kabel yang akan ditancapkan kepada pin yang disesuaikan antara arduino nano, MPU6050, dan *Bluetooth* HC-05. *Source Code* yang digunakan untuk menentukan identifikasi jatuh akan di upload dan di simpan pada Arduino Nano. Pada perancangan pembuatan *software* digunakan aplikasi mit app inventor 2 dalam pembuatannya. Aplikasi android yang di rancang dapat memonitoring dan menerima notifikasi ketika ada insiden jatuh.



Gambar 2 (a) Desain Perangkat Keras    Gambar 2 (b) Desain Perangkat Lunak

## 2.4 Flowchart



Gambar 3 Flowchart Sistem Deteksi Jatuh

Alur dari sistem yang dibuat yaitu memulai dengan mengkoneksikan *smartphone* android ke sensor MPU-6050 melalui *bluetooth*. Apabila sensor sudah terkoneksi selanjutnya sistem akan mengambil data nilai *Accelerometer* dan data *Gyroscope* berupa nilai *AcX*, *AcY*, *AcZ*, *GyX*, *GyY*, dan *GyZ*. Data tersebut kemudian di olah di *Arduino Nano* dengan cara menghitung nilai kalibrasi untuk sensor *accelerometer* dan sensor *gyroscope*. Setelah itu menghitung nilai total akselerasi. Selanjutnya jika nilai total akselerasi memenuhi dua kondisi yaitu kurang dari nilai *threshold* dan melebihi nilai *threshold* yang sudah di tentukan maka selanjutnya sistem akan mengecek apakah terjadi perubahan total orientasi dari sudut yang sudah di tentukan, jika ketiga kondisi di atas terpenuhi maka sistem akan memberikan *statement* jatuh yang selanjutnya akan di kirimkan ke aplikasi android melalui media komunikasi *bluetooth* yang akan di tampilkan berupa notifikasi *alert* "fall detected".

## 2.5 Rancangan Pengujian

Pengujian yang dilakukan menggunakan dua jenis pengukuran yaitu *sensitivity* dan *specificity*. *Sensitivity* adalah kemampuan untuk mendeteksi jatuh, sedangkan *specifity* adalah kemampuan sistem untuk mendeteksi aktivitas biasa. Terdapat empat kondisi umum yang terjadi dalam deteksi jatuh yang akan digunakan sebagai nilai dalam pengukuran, yaitu:

1. *True Positive* (TP), kondisi ketika aktifitas jatuh dan terdeteksi oleh sistem sebagai aktifitas jatuh.
2. *True Negative* (TN), kondisi ketika aktifitas tidak jatuh terdeteksi oleh sistem sebagai aktifitas tidak jatuh.
3. *False Positive* (FP), kondisi ketika aktifitas tidak jatuh dan terdeteksi oleh sistem sebagai aktifitas jatuh.
4. *False Negative* (FN), kondisi ketika aktifitas jatuh dan tidak terdeteksi oleh sistem sebagai aktifitas tidak jatuh.

Untuk menghitung nilai *sensitivity* dan *specifity* menggunakan persamaan (5) (6):

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP+FN} \quad (5)$$

$$Specificity = \frac{TN}{TN+FP} \quad (6)$$

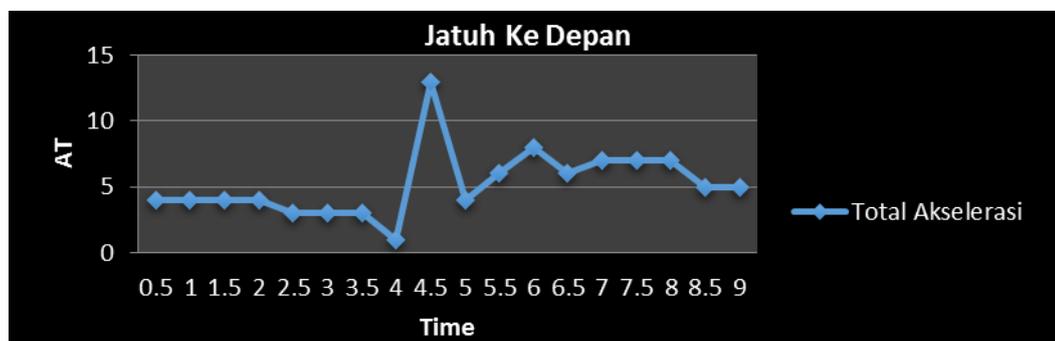
### 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengujian dilakukan dengan malakukan beberapa aktifitas yang di bagi menjadi beberapa kategori, yaitu kategori aktifitas jatuh dan kategori aktifitas biasa. Selanjutnya objek percobaan yaitu user seorang laki-laki dengan berat badan sekitar 70 kg, dan tinggi sekitar 170 cm.

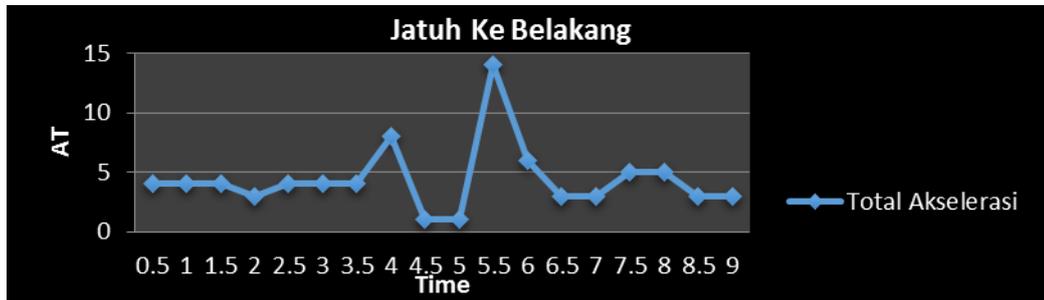
Tabel 1 Desain Pengujian

Kategori	Aksi
Jatuh ke depan	Di akhiri dengan telungkup Di akhiri dengan berdiri ( <i>Recovery</i> )
Jatuh ke belakang	Di akhiri dengan telentang Di akhiri dengan berdiri ( <i>Recovery</i> )
Jatuh ke kiri	Di akhiri dengan berbaring Di akhiri dengan berdiri ( <i>Recovery</i> )
Jatuh ke kanan	Di akhiri dengan berbaring Di akhiri dengan berdiri ( <i>Recovery</i> )
Aktivitas biasa	Duduk-Berdiri Berjalan Berbaring-Berdiri Membungkuk, mengambil sesuatu Berlari kecil

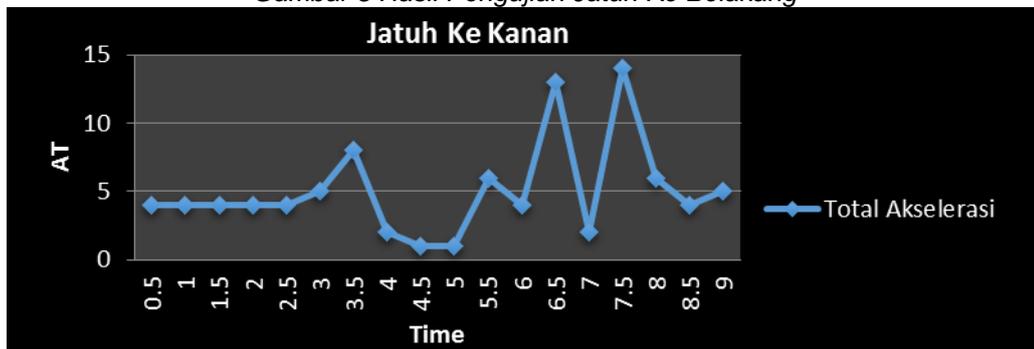
Setelah pengujian dilakukan, langkah selanjutnya yaitu menghitung tingkat akurasi keberhasilan *hardware* dalam mendeteksi jatuh, yaitu dengan menggunakan persamaan (5) dan (6). Pengujian untuk aktifitas jatuh dilakukan sebanyak 100 pengujian, sedangkan untuk aktifitas biasa dilakukan sebanyak 50 pengujian.



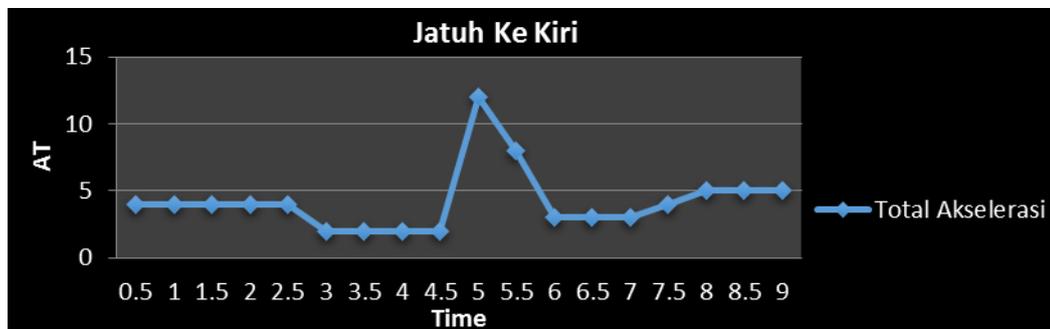
Gambar 4. Hasil Pengujian Jatuh Ke Depan



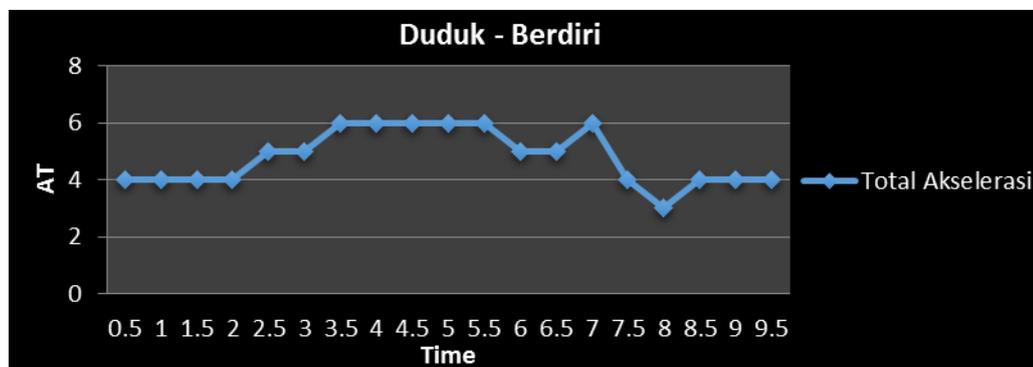
Gambar 5 Hasil Pengujian Jatuh Ke Belakang



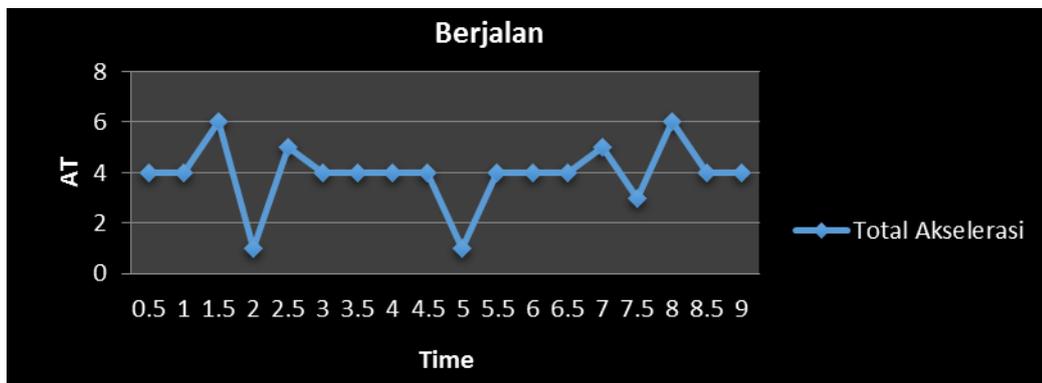
Gambar 6 Hasil Pengujian Jatuh Ke Samping Kanan



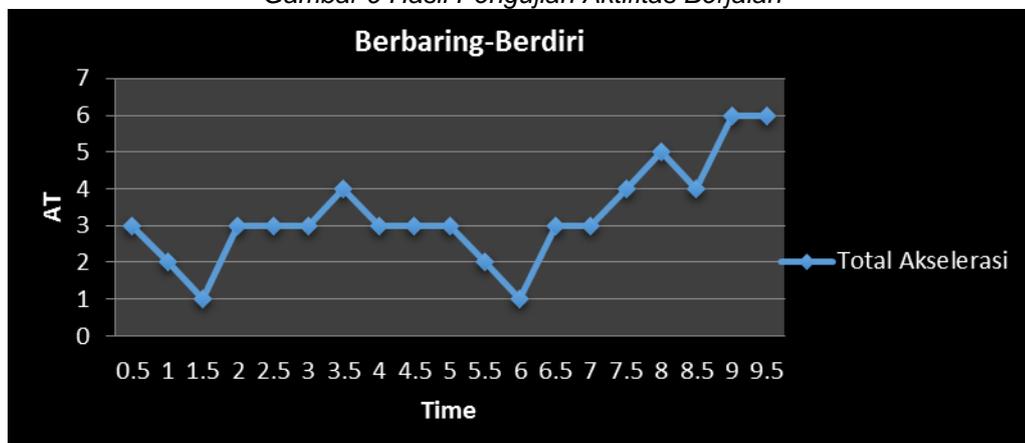
Gambar 7 Hasil Pengujian Jatuh Ke Samping Kiri



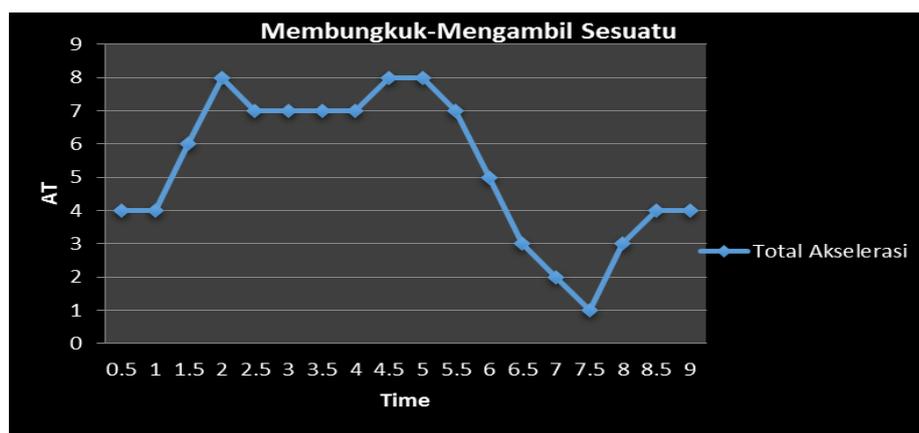
Gambar 8 Hasil Pengujian Aktifitas Duduk-Berdiri



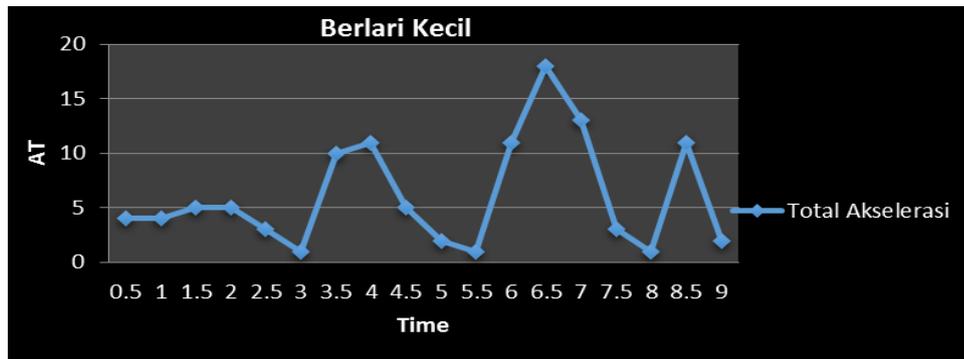
Gambar 9 Hasil Pengujian Aktifitas Berjalan



Gambar 10 Hasil Pengujian Aktifitas Berbaring-Berdiri



Gambar 11 Membungkuk Mengambil Sesuatu



Gambar 12. Aktifitas Berlari Kecil

Tabel 2 Hasil Pengujian Untuk Jatuh

Kategori	Jumlah	Notifikasi Jatuh		Akurasi
		Ya	Tidak	
Jatuh ke depan	25	21	4	84%
Jatuh ke belakang	25	24	1	96%
Jatuh ke kanan	25	21	4	84%
Jatuh ke kiri	25	23	2	92%

Tabel 3 Hasil Pengujian Untuk Aktifitas Biasa

Aksi	Jumlah	Notifikasi Jatuh		Akurasi
		Ya	Tidak	
Duduk-Berdiri	10	0	10	100%
Berjalan	10	0	10	100%
Berbaring-Berdiri	10	1	9	90%
Membungkuk mengambil sesuatu	10	0	10	100%
Berlari kecil	10	0	10	100%

Berdasarkan tabel 2 beberapa aktifitas jatuh kadang-kadang masih belum terdeteksi sebagai aktifitas jatuh, begitu juga berdasarkan tabel 3 beberapa aktifitas biasa masih terdeteksi sebagai aktifitas jatuh. Tabel 4 menunjukkan hasil untuk 4 parameter.

Tabel 4 Sensitivity dan Specificity

Parameter Pengujian	Jumlah
True Positive (TP)	89
False Negative (FN)	11
True Negative (TN)	49
False Positive (FP)	1

#### 4. Kesimpulan

Dari Hasil pengujian yang dilakukan dalam mendeteksi jatuh sebanyak 150 kali, di peroleh nilai *sensitivity* sebesar 89% dan nilai *specificity* sebesar 98%, artinya sistem mampu mendeteksi aktifitas jatuh dan aktifitas biasa dengan cukup baik. Sistem membutuhkan rata-rata 2 detik pasca aktifitas jatuh untuk mengirimkan notifikasi kepada

user. Sistem ini menggunakan sumber daya dari baterai 9V, akan tetapi koneksi antara *Hardware* dan *Software* masih belum stabil dikarenakan system membutuhkan kuat arus / ampere yang lebih besar. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan masih ada beberapa kekurangan pada sistem. Sistem yang sudah diimplementasikan menggunakan algoritma *fall detection* dengan memanfaatkan data pasca-*impact*, sehingga notifikasi baru muncul rata-rata 2 detik setelahnya. Harapannya algoritma dapat di kembangkan lagi. Pada penelitian ini system hanya memberikan notifikasi ketika terjadi insiden jatuh, kedepannya system aplikasi dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur-fitur lain seperti membuat panggilan.

## 5. Daftar Notasi

Ap	: Nilai Kalibrasi Accelerometer (x, y, z)
ACCnew	: Nilai Awal Accelerometer Sumbu (x, y, z)
AcCaVal	: Standar Nilai Kalibrasi Accelerometer
16384	: Konstanta Nilai Sensitivity Accelerometer
Gp	: Nilai Kalibrasi Gyroscope (x, y, z)
Gyp	: Nilai Awal Gyroscope Sumbu (x, y, z)
GyCaVal	: Standar Nilai Kalibrasi Gyroscope
131.03	: Konstanta Nilai Sensitivity Gyroscope
AT	: Total Akselerasi
Ax	: Nilai x (Calibrated/Filtered)
Ay	: Nilai y (Calibrated/Filtered)
Az	: Nilai z (Calibrated/Filtered)
Sensitivity	: Nilai Sensitivity (%)
Specificity	: Nilai Specificity (%)
TP	: Nilai True Positive
TN	: Nilai True Negative
FP	: Nilai False Positive
FN	: Nilai False Negative

## Referensi :

- [1] Noury, N., Rumeau, P., Bourke., A.K., O'Laughlin, G., Lundy, J.E., "A Proposal for the classification and evaluation of fall detectors". 2008. IRBM 29, 340-349.
- [2] Shumway-Cook, A., Ciol, M.A., Hoffman, J., Dudgeon, B.J., Yorkston, K., Chan, L., "Falls in the Medicare Population: Incidence, Associated Factors, and Impact on Health Care. Phys. Ther" 2009. 89, 324-332
- [3] Liandana Made, I Wayan Mustika, Selo. "Pengembangan Sistem Deteksi Jatuh pada Lanjut Usia Menggunakan Sensor Accelerometer pada Smartphone Android". Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENTIKA 2014). Yogyakarta. ISSN: 2089-9813.
- [4] Narasimhan, Ravi. 2012. "Skin-Contact Sensor-For Automatic Fall Detection". 34<sup>th</sup> Annual International Conference of The IEEE EMBS. San Diego California USA.
- [5] Fang, S.H., Liang, Y.-C., Chiu, K.-M., 2012. "Develoving a mobile phone based fall detection system on android platform, in: Computing, Communications and Application Conference (ComComAp). 2012. Presented at the Computing, Communications and Applications Conference (COMCOMAp), 2012. Pp. 143-146.

- [6] Dedy Nur Arifin, Waskito Wibisono, Baskoro Adi Pratomo. 2013. "Rancang Bangun Sistem Fall Detection Untuk Pengguna Bergerak Berbasis Sensor Accelerometer dan Gyroscope Pada Perangkat Mobile". Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Jurnal Teknik POMITS Vol. 2, No. 1, ISSN: 2337-3539