

## Penerapan Algoritma *Fall Detection* pada *Inflatable Smart Helmet* Menggunakan *Accelerometer*

Daniel Arga Amallo<sup>1</sup>, Dodi Wisaksono Sudiharto<sup>1</sup>, Aji Gautama Putrada<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

danielarga@students.telkomuniversity.ac.id, dodiwis@telkomuniversity.ac.id, ajigps@telkomuniversity.ac.id

---

### Abstrak

Tingkat angka kematian dari kecelakaan kendaraan bermotor adalah dari pengendara roda dua sebanyak 2%. Sebagian besar kematian pada pengendara sepeda motor, luka terparah adalah pada kepala. Dari data tersebut, maka pengendara sepeda motor perlu menggunakan alat pelindung seperti salah satunya adalah helm. Meski demikian, hal itu tetap tidak bisa menghindari pergerakan otak di dalam tengkorak jika benturan pada kepala cukup keras. Otak tetap dapat membentur tulang tengkorak yang akhirnya dapat mengakibatkan trauma. Penggunaan *airbag* pada kendaraan telah terbukti dapat mengurangi angka kematian. NHTSA (*National Highway Traffic Safety Administration*) mencatat sebanyak 44.869 nyawa pada tahun 2015 terselamatkan karena penggunaan *airbag* sebagai alat pelindung berkendara. Oleh sebab itu, pada studi ini akan mengembangkan *smart helmet* dengan menerapkan algoritma *fall detection* pada sensor dan mikrokontroler. Cara kerjanya pada saat terjadi tabrakan, umumnya pengendara akan terlempar atau jatuh. Pada saat terlempar atau jatuh tersebut terjadi perubahan akselerasi posisi kepala yang mengenakan *smart helmet*. Perubahan akselerasi tersebut menjadi pemicu mengembangnya *airbag* pelindung *smart helmet*. Sebagai akibatnya bila *smart helmet* yang terlingkup *airbag* membentur benda keras, maka setidaknya akan merendam besarnya benturan yang pada akhirnya melindungi pergerakan otak yang membentur tulang tengkorak. Selanjutnya hal ini dapat mengurangi atau bahkan menghindari trauma otak. Penelitian ini bermaksud menunjukkan mengembangnya *airbag* sebelum *smart helmet* membentur benda keras saat terpicu adanya perubahan akselerasi. Besarnya nilai akselerasi di atas *threshold* dapat dengan mudah ditentukan sebagai pemicu mengembangnya *airbag*. Sedangkan klasifikasi nilai akselerasi di bawah *threshold* sebagai pemicu hal yang sama, nilainya dicari menggunakan algoritma kNN (*k-Nearest Neighbour*).

**Kata kunci:** *Airbag, fall detection, smart helmet*

---

### Abstract

The high mortality rate from vehicle accidents is from 2-wheel riders by 2%. Most motorcycle deaths, the most severe injuries are the head and spinal cord, it can be drawn the conclusion of the importance of wearing a safety device. One way to reduce the impact of the accident is with the use of a helmet, but it still cannot avoid the movement of the brain inside the skull if hit hard enough, the brain can hit the skull that can lead to trauma. The use of *Airbags* on vehicles has been shown to reduce mortality, NHTSA (*National Highway Traffic Safety Administration*) recorded as many as 44,869 lives in 2015 was saved due to *Airbags*. With the solution of the *Airbag*, this final project will apply smart helmet by applying fall detection algorithm to sensor and microcontroller. The way the *Airbag* works is when a hard collision is detected, the sensor immediately sends a signal when it falls and then the *Airbag* immediately expands. The purpose of making this smart helmet is to reduce the hard impact so that the victim does not experience brain trauma when the accident is detected.

**Keywords:** *Airbag, fall detection, smart helmet*

---

### 1. Pendahuluan

Setiap tahun 2 persen kematian dari kecelakaan kendaraan bermotor adalah pengendara roda dua. Pada sebagian besar kematian sepeda motor, luka yang paling parah adalah kepala. Dari hal itu terlihat pentingnya mengenakan alat pengaman seperti helm [1]. Salah satu cara untuk mengurangi dampak dari kecelakaan tersebut adalah dengan penggunaan helm. Namun, hal tersebut tetap tidak bisa menghindari pergerakan otak di dalam tengkorak jika benturan cukup keras. Otak tetap dapat membentur tengkorak yang dapat mengakibatkan trauma [2].

### Latar Belakang

Salah satu dampak dari benturan adalah trauma pada otak. Namun trauma tersebut dapat diredam oleh *airbag*. Cara kerjanya *smart helmet* mendeteksi perubahan akselerasi dari jatuhnya pengendara yang memicu mengembangnya *airbag*. Sensor langsung mengirimkan sinyal supaya *airbag* mengembang sebelum terjadi benturan antara *smart helmet* dengan benda keras. Penggunaan *airbag* pada kendaraan telah terbukti dapat mengurangi angka kematian. NHTSA (*National Highway Traffic Safety Administration*) mencatat sebanyak

44.869 nyawa pada tahun 2015 terselamatkan karena *airbag* [3]. Penambahan *airbag* pada *smart helmet* diharapkan dapat meningkatkan pengamanan dari terjadinya masalah yang ditimbulkan akibat kecelakaan. Pada pendeteksian jatuhnya pengendara motor dapat dilakukan dengan beberapa metode. Salah satunya dengan menggunakan *accelerometer* dengan algoritma *fall detection*. Penggunaan *accelerometer* dipilih karena memiliki 3 *axis* yang tepat dalam mendeteksi jatuhnya pengendara

### Topik dan Batasan

Algoritma *fall detection* menggunakan kNN (*k-Nearest Neighbour*) dan *threshold*. Jatuh yang dideteksi adalah jatuh ke arah belakang.

### Tujuan

Tujuan dari studi ini adalah menganalisis performansi algoritma *fall detection* dalam mendeteksi jatuh dan menganalisis kinerja sistem *inflated smart helmet* terhadap deteksi jatuh.

No	Tujuan	Pengujian	Kesimpulan
1	Membuat <i>airbag prototype</i>	Menguji rangkaian yang terdiri dari <i>Arduino Uno</i> , akselerometer dan <i>relay</i>	Prototipe berjalan sesuai fungsinya siap digunakan dengan penerapan metode <i>fall detection</i>
2	Menerapkan <i>threshold</i> pada perangkat	Menguji alat dengan <i>threshold</i> besaran akselerasi tertentu	Menghasilkan tingkat akurasi terhadap <i>fall detection</i>
3	Menerapkan kNN pada perangkat	Menguji alat dengan algoritma kNN	Menghasilkan tingkat akurasi terhadap <i>fall detection</i>

### Organisasi Tulisan

Pada penulisan bab 1 ini menjelaskan studi literatur untuk mengumpulkan informasi untuk menyelesaikan masalah. Pada bab 2 menjelaskan tentang penelitian terkait untuk referensi perancangan *Inflatable Smart Helmet*. Pada bab 3 menjelaskan tentang rancangan sistem *Inflatable Smart Helmet*. Pada bab 4 menjelaskan hasil pengujian *Inflatable Smart Helmet*. Pada bab 5 menjelaskan kesimpulan yang didapatkan dari penelitian serta saran untuk penelitian selanjutnya.

## 2. Studi terkait

Pada [5] membahas tentang meningkatnya jumlah kecelakaan yang terjadi pada tahun 1960an di USA mendorong peningkatan keamanan pada kendaraan. Salah satu sistem keamanan tersebut adalah *airbag*. *Airbag* sebagian besar terdiri dari *nylon*. *Airbag* harus memenuhi 2 kondisi ekstrem yaitu harus fleksibel dan bisa dilipat ke *volume* yang sangat kecil. Cara kerja *airbag* adalah jika kecelakaan terjadi, sensor pada bagian depan mobil seperti *accelerometer*, *impact sensor*, *side pressure sensor*, *brake pressure sensor* ini terhubung dengan ACU (*Airbag Control Unit*). Unit ini yang menentukan bagaimana *airbag* dioperasikan. *airbag* menggabungkan perangkat piroteknik, yang di kenal sebagai inisiator yang terdiri dari konduktor listrik ditanamkan pada bahan yang mudah terbakar. Reaksi kimia ini yang mengisi *airbag* dengan gas. *Volume* gas yang besar membuat *airbag* keluar dari tempatnya pada kemudi atau *dashoard*, keseluruhan proses memakan waktu 0.04 detik. Jumlah korban kecelakaan terus menurun dari waktu ke waktu sejak *airbag* digunakan.

Pada [4] menjelaskan tentang peristiwa jatuh pada lansia yang dapat berakibat buruk pada kesehatan. Sistem pendeteksi jatuh yang lazim digunakan hanya menggunakan *accelerometer* yang mengakibatkan susahny mendeteksi benar jatuh atau aktifitas menyerupai jatuh. Metode yang digunakan adalah *novel falls detection system* yang memakai *accelerometer* dan *gyroscope*, sistem tersebut membagi aktifitas manusia menjadi 2 kategori yaitu *static posture* dan *dynamic posture* dengan menggunakan *tri-axial accelerometer* pada beberapa lokasi berbeda pada badan, sistem dapat mengetahui 4 *static posture* yaitu berdiri, duduk, berbaring. Gerakan antara *static posture* dianggap *dynamic transition*. Akselerasi linier dan kecepatan sudut diukur untuk menentukan apakah transisi gerakan disengaja. Jika transisi sebelum berbaring tidak disengaja, peristiwa jatuh terdeteksi. Algoritma *fall detection* menggunakan *accelerometer* dan *gyroscope* ini mengurangi *false positives* dan *false negative*, saat meningkatkan akurasi pendeksian jatuh. Tingkat keberhasilan yang didapat dari algoritma ini adalah 91% dari 70 kali percobaan. Metode ini dapat mendeteksi terjatuh di tangga dengan sangat akurat, namun tidak cukup akurat bila orang terjatuh terhadap dinding yang berakhir pada posisi duduk.

Pada [6] menjelaskan *monitoring service* yang mengumpulkan dan mendata aktifitas fisik pada *user* dengan cara pemasangan *accelerometer* di beberapa bagian tubuh. Berbagai aktifitas dapat diidentifikasi seperti duduk, membaca buku, berjalan, menulis dan informasi lokasi dari orang tersebut.

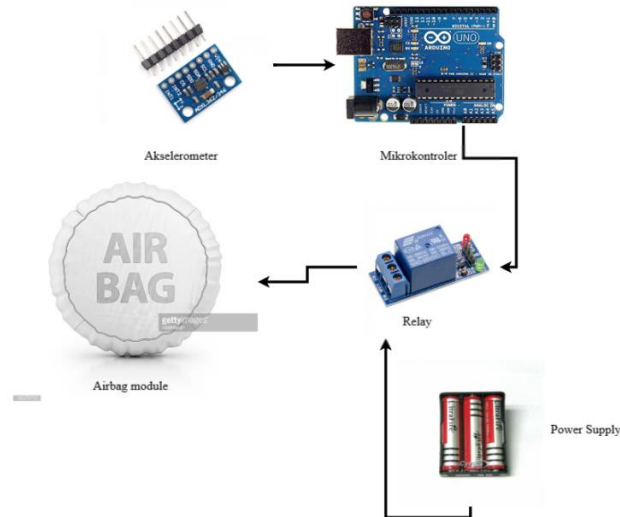
Pada [8] menjelaskan tentang bertambahnya jumlah orang yang hidup sendirian deteksi jatuh menjadi topik yang penting dalam sistem pengawasan untuk mencegah luka dan hal yang lebih parahnya. Deteksi jatuh

yang digunakan adalah deteksi jatuh menggunakan *motion vector* dan *accumulated image map* lalu terakhir menggunakan *k-Nearest Neighbour* (kNN) untuk mendeteksi peristiwa jatuh.

Oleh karena itu, penulis mengembangkan penelitian dari jurnal-jurnal yang sudah disebutkan sebelumnya dengan menerapkan algoritma kNN pada pendeteksian jatuh dari akselerasi yang didapatkan dari akselerometer dan mengelompokkan ke *dataset* apakah termasuk jatuh atau tidaknya.

### 3. Sistem yang Dibangun

Berikut rancangan gambaran umum prototipe *Inflatable Smart Helmet*.



**Gambar 3.1** Gambaran Sistem *Inflatable Smart Helmet*

Pada gambar 3.1 dijelaskan bahwa *Inflatable Smart Helmet* mendapatkan besaran akselerasi dari akselerometer yang dikirimkan pada arduino untuk dilakukan klasifikasi menggunakan metode kNN yang menentukan peristiwa tersebut merupakan jatuh atau tidak. Apabila peristiwa itu termasuk jatuh, *Arduino* akan memberi *input* ke *relay* untuk mengembangkan *airbag*.

Dalam pengujian prototipe saat mendeteksi jatuh, penulis menggunakan 2 gerakan yaitu gerakan jatuh dan gerakan menunduk.

Metode pengklasifikasian yang dipakai adalah *threshold* dan kNN (*k-Nearest Neighbour*).

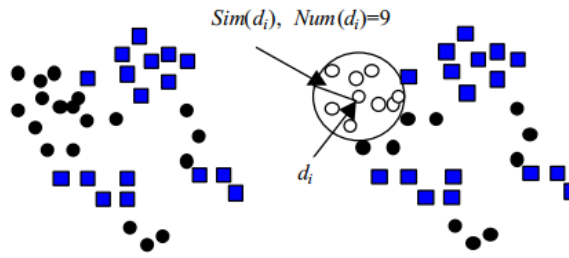
*Threshold* adalah ambang batas yang digunakan untuk menentukan sesuatu. Pada saat peristiwa jatuh terjadi terdapat perubahan suatu besaran. Perubahan besaran tersebut adalah perubahan akselerasi pada ketiga *axis* X, Y dan Z. Dari ketiga *axis* tersebut dapat dihitung besaran totalnya dengan rumus berikut

$$A = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

**Gambar 3.2** Kalkulasi Besaran Akselerasi Total

Dari Kalkulasi pada Gambar 3.2 penulis dapat menghitung berapa besaran total akselerasi yang nantinya di pakai untuk mendeteksi jatuh.

kNN adalah metode pembelajaran berbasis kasus, yang menyimpan semua data pelatihan untuk klasifikasi. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensinya adalah dengan menemukan *sample* yang mewakili seluruh *data training* untuk klasifikasi. Agar terbangun model *inductive learning* dari *data training* dan *sample* dapat digunakan untuk klasifikasi. Ada banyak algoritma yang ada seperti *decision tree* atau *neural network* yang dirancang untuk membangun model semacam itu. kNN merupakan salah satu metode yang sederhana namun efektif yang dapat digunakan untuk klasifikasi.



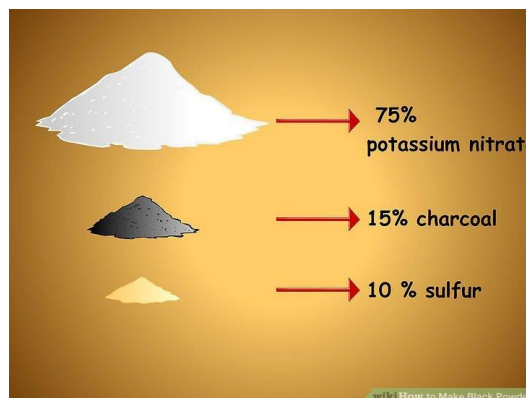
**Fig. 1.** The distribution of data points. **Fig. 2.** The first obtained representative.

Pada gambar di atas terdapat distribusi dari data. Cara kerja kNN adalah dengan menghitung *Euclidean distance* yaitu jarak antara *sample* dan *data training* lalu menentukan sebanyak *k* data terdekat dari *sample*, sehingga *sample* dapat diklasifikasikan.



**Gambar 3.3** Desain Airbag

Dalam gambar 3.3 merupakan desain *airbag* dari prototipe. Model *airbag* yang digunakan pada prototipe melingkupi daerah dahi, sisi atas kepala dan kepala bagian belakang. Dalam penelitian ini *airbag* menggunakan kain parasut, kemudian untuk mengembangkan *airbag* dibutuhkan waktu yang cepat.



**Gambar 3.4** Komposisi *Black Powder*

Metode pengisian yang digunakan penulis adalah mengisi *airbag* dengan menggunakan gas yang didapatkan dari ledakan senyawa *Black Powder*, yaitu senyawa yang terdiri dari *Carbon*, *Potassium Nitrate* dan *Sulfur*.

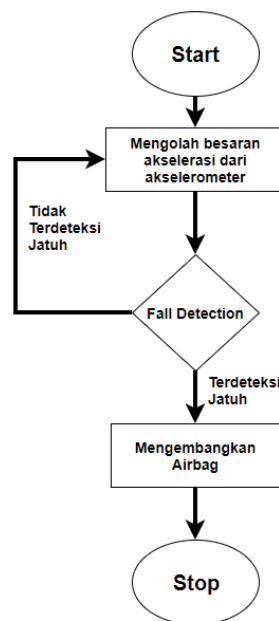


Gambar 3.5 Kawat Nichrome dialiri listrik

Kawat *nichrome* juga digunakan dalam mengembangkan *airbag* dengan cara dialiri listrik sehingga dapat menghasilkan panas yang cukup untuk membakar *Black Powder*. Untuk mengaliri kawat nichrome membutuhkan arus listrik yang cukup besar, oleh karena itu digunakan 3 buah baterai 18650.

**Flowchart sistem**

Pada prototipe *Inflatable Smart Helmet* terdapat *flowchart* digambarkan pada gambar 3.6:



Gambar 3.6 Flowchart *Inflatable Smart Helmet*

Perangkat keras yang digunakan pada *Inflatable Smart Helmet* adalah:

No	Nama	Tipe
1	Mikrokontroler	Arduino Uno
2	Akselerometer	GY-521
3	Relay	JQC-3FF-S-Z
4	4x Baterai 18650	LGABD11865

Perangkat Lunak yang digunakan pada penelitian *Inflatable Smart Helmet* adalah:

1. *Windows 10.*
2. *Tools: Arduino IDE.*
3. *Microsoft Excel.*

Pada penelitian ini terdapat 3 rangkaian pengujian yaitu:

1. Mengembangkan *airbag* pada *Inflatable Smart Helmet*.  
 Peneliti mengkonfigurasi dalam pengembangan *airbag* untuk penerapan metode pendeteksian jatuh selanjutnya.
2. Menerapkan *threshold* pada *Inflatable Smart Helmet*.

Peneliti menerapkan *threshold* yang didapat dari *dataset* yang sudah dilakukan sebelumnya dalam pendeteksian jatuh

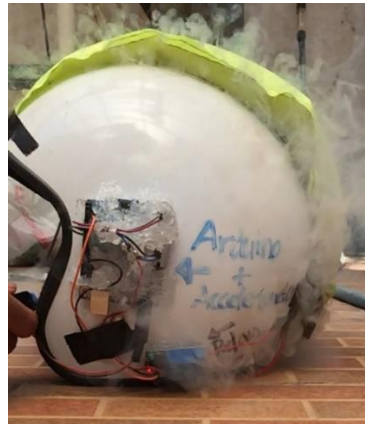
3. Menerapkan metode kNN pada *Inflatable Smart Helmet*.

Penerapan metode kNN pada *Inflatable Smart Helmet* dalam mendeteksi jatuh tidaknya besaran yang diperoleh dari akselerometer saat dikelompokkan pada *dataset*.

4. Hasil Pengujian

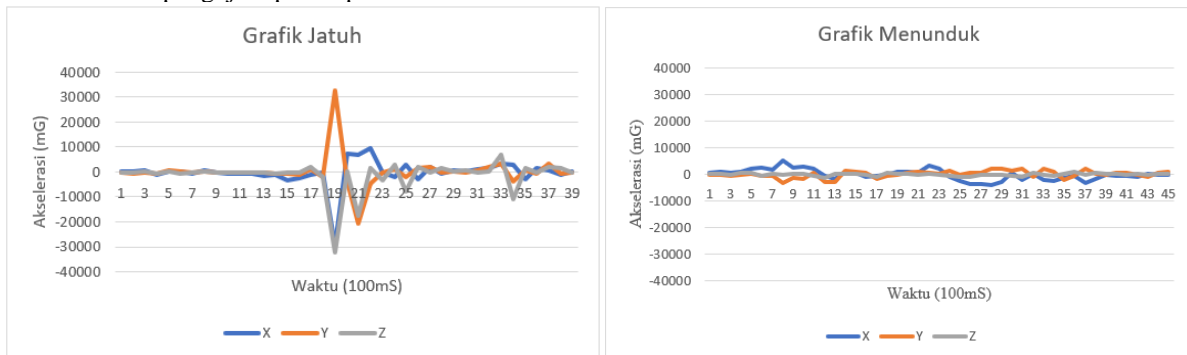
4.1 Hasil pengujian Mengembangkan *airbag*

Pada pengujian mengembangkan *airbag* peneliti mengamati takaran *Black Powder* yang digunakan untuk mengembangkan *airbag* dalam satu kali pengujian cukup satu sendok teh.



Gambar 4.1 Hasil Pengujian mengembangkan *Airbag*

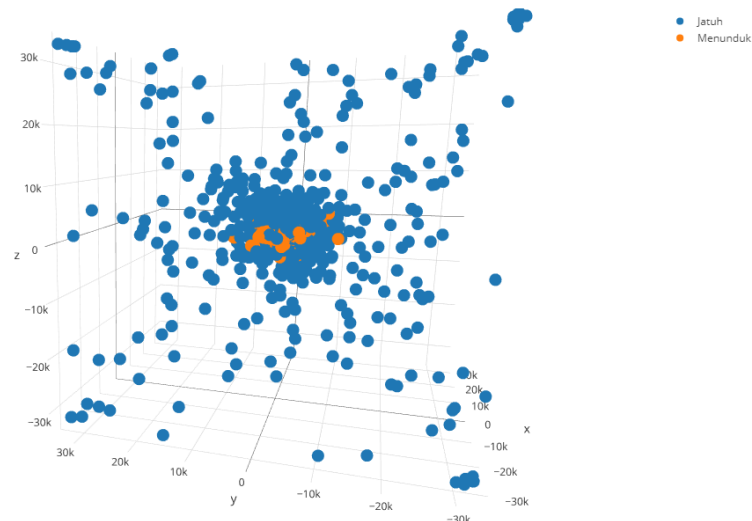
4.2 Hasil pengujian penerapan *threshold*



Gambar 4.2 Grafik Jatuh dan Menunduk terhadap waktu

Dalam Grafik Jatuh dan Grafik Mendunduk dapat dilihat adanya perbedaan besaran akselerasi yang berubah antara peristiwa jatuh dan menunduk.

Pada pengujian *threshold* peneliti menerapkan *threshold* metode pendeteksian jatuh. *Threshold* diambil dari *dataset*, yang didapatkan dengan menggunakan mengambil data menggunakan akselerometer GY-521. *Dataset* yang diambil berupa besaran akselerasi *axis* X, Y dan Z. Dari *dataset* yang didapatkan lalu dihitung besaran akselerasi dari ketiga *axis*. berikut kumpulan *dataset* dalam bentuk *scatter*:



**Gambar 4.3 Grafik Scatter**

Pada gambar 4.3 dijelaskan sebaran data jatuh (warna biru) dan menunduk (warna oranye). *Threshold* dapat ditentukan dari besaran akselerasi data tidak jatuh dan besaran akselerasi data jatuh, yaitu besaran akselerasi 14.000, yang didapatkan dari *dataset* tidak jatuh, tidak ada yang mencapai besaran akselerasi 14.000 dan hanya *dataset* jatuh yang melebihi *threshold* tersebut. Hasil dari pengujian ini didapatkan kesimpulan bahwa *threshold* hanya mengenali jatuh di mana akselerasi di atas *threshold*.

#### 4.3 Hasil pengujian penerapan kNN

Dari hasil pengujian 50 kali percobaan jatuh dan dapat benar mendeteksi sebanyak 43 kali percobaan dengan menggunakan metode kNN pada metode pendeteksian jatuh didapatkan kesimpulan bahwa metode kNN dapat mengenali jatuh di mana besaran akselerasi yang didapatkan kurang dari *threshold* yaitu 14.000.

### 5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah desain prototipe *Inflatable Smart Helmet* berhasil mengembang dengan cepat menggunakan gas yang didapatkan dari pembakaran *Black Powder* untuk meredam benturan dan metode klasifikasi kNN dan penerapan *threshold* dapat diterapkan pada prototipe *Inflatable Smart Helmet* karena metode ini dapat mendeteksi jatuh dengan akurasi sebesar 86 % dengan melihat banyaknya jatuh yang berhasil di deteksi dan jatuh yang gagal di deteksi.

Saran yang dapat penulis sampaikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, senyawa yang dapat terbakar lebih cepat lagi akan menghasilkan produk yang lebih baik dalam mengembangkan *Airbag*. Desain sistem yang simpel dan mudah untuk digunakan kembali untuk percobaan selanjutnya akan sangat membantu dalam pengembangan penelitian ini. Material pembuatan *Airbag* pun akan lebih baik lagi jika material yang digunakan adalah material yang tahan suhu tinggi. Penerapan SVN pada *Inflatable Smart Helmet* akan memudahkan untuk pengembangan yang memungkinkan akan menghasilkan performansi yang lebih bagus lagi.

**Daftar Pustaka**

- [1] H. Cairns "Head injuries in motor-cyclists. The importance of the crash helmet." *British Medical Journal* vol. 2, no. 4213, pp. 465, 1941.
- [2] N. M. Marcantuono, "Why Wear a Helmet If It Can't Prevent Concussions?," 2017. [Online]. Available: <http://kidshealth.org/en/teens/helmets-concussion.html>.
- [3] IIHS-HLDI, "Air Bags," 2017. [Online]. Available: <http://www.iihs.org/iihs/topics/t/Airbags/qanda>.
- [4] Q. Li, G. Zhou, and J. A. Stankovic, "Accurate, Fast Fall Detection Using Posture and Context Information," in *Embed. Networked Sens. Syst.*, 2008, pp. 443–444.
- [5] T. N. Shaikh, S. Chaudhari, and H. Rasania, "Air Bag : A Safety Restraint System of an Automobile," *Int. J. Eng. Res. Appl.* vol. 3, no. 5, pp. 615–621, 2013.
- [6] R. K. Ganti, P. Jayachandran, T. F. Abdelzaher, and J. A. Stankovic, "Demo Abstract: SATIRE: A Software Architecture for Smart AtTIRE Raghu," in *Int. Conf. Mob. Syst. Appl. Serv. (MobiSys)*, 2006, p. 110.
- [7] M. Firmansyah, A. Rizal, and E. Susanto, "Rancang Bangun Sistem Fall Detection Untuk Orang Lanjut Usia," *Teknika*, vol. 1, no. 2, pp. 133–137, 2016.
- [8] K R Bhavya, J. Park, H. Park, H. Kim, J. Paik "Fall Detection Using Motion Estimation and Accumulated Image Map", in *Consumer Electronics-Asia (ICCE-Asia)*, 2016, pp. 1-2.