

# PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SMART SHOES UNTUK MONITORING GAIT MENGUNAKAN GIROSKOP

Aji Abdillah <sup>1</sup>, Muhammad Ikhsan Sani, S.T., M.T. <sup>2</sup>, Marlindia Ike Sari, S.T., M.T. <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi D3 Teknologi Komputer, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

<sup>1</sup>ajiabdillah@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>m.ikhsan.sani@tass.telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>ike@tass.telkomuniversity.ac.id

## ABSTRAK

Analisis *gait* dapat berperan sebagai pemantau gangguan dan perubahan gaya berjalan dan perubahan keseimbangan atau mendiagnosis suatu penyakit, untuk dapat mengetahui analisis *gait* diperlukan sensor giroskop yang dapat mengambil data sudut yang diperlukan. Megolah dan mengatur data sensor giroskop dengan mikrokontroller dan mengirimkan data tersebut ke dalam *smartphone* dapat mempermudah monitoring dalam analisis *gait*. Oleh karena itu Proyek Akhir ini dibuat agar dapat memudahkan pengguna dalam memahami perubahan gaya berjalan yang dapat mempengaruhi kesehatan tubuh.

**Kata Kunci:** Analisis *gait*, Arduino, *Bluetooth*, Giroskop.

## ABSTRACT

*Gait analysis can help as a monitor of gait changes and balance changes or diagnose an illness, to be able to find gait analysis requires a gyroscope sensor that can take the necessary angular data. Data sensors can be used with a microcontroller and send the data to a smartphone that can facilitate monitoring in gait analysis. Therefore this final project is made so that it can facilitate the user in monitoring changes in gait that can affect body health.*

**Keywords:** Arduino, *Bluetooth*, Gait analysis, Giroskop.

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Analisis gait adalah suatu aktifitas berjalan yang dapat diukur sesuai dengan perpindahan posisi dengan menggunakan tungkai. Adanya analisis gait disini juga dapat membantu manusia dalam mencatat bagaimana pergerakan kaki. Selain itu analisis gait dapat pula digunakan dalam ilmu kedokteran seperti pencatatan hasil berjalan sebelum dan sesudah operasi. Banyak sekali metode yang dilakukan dalam penelitian tentang analisis gait. Beberapa contoh seperti sensor fusion accelerometer untuk mengukur kinematik pergelangan kaki, accelerometer untuk membuat penyeimbang humanoid atau robot manusia, dan analisis gait terhadap rotasi spinal dengan menggunakan electric goniometer.

Analisis gait bergantung pada kedua kaki dengan cara mengukur nilai momentum sudut yang dapat memenuhi ketentuan analisis gait dan alat yang memiliki fungsi pengukuran sudut adalah sensor giroskop. Sensor giroskop dapat mengukur sumbu x, y, dan z. Dengan adanya alat ini data yang didapatkan mencukupi parameter analisis gait. Selain itu, Sensor giroskop dapat diatur pada mikrokontroler agar dapat menampilkan output dari sensor tersebut. Data pada giroskop tersebut yang menentukan tolak ukur untuk para olahragawan dan juga pada bidang medis.

Pada Proyek Akhir ini analisis gait dapat di-monitoring dengan sensor giroskop yang diolah datanya pada arduino dan mengirimkan data tersebut dalam bentuk serial dengan bluetooth, data serial tersebut akan diterima oleh smartphone dan diolah kembali dengan aplikasi untuk menampilkan informasi dalam bentuk GUI (Graphic User Interface).

### 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penyusunan Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana mendapatkan data untuk menganalisis gait?
2. Bagaimana cara mengirim data dari kaki ke perangkat pengolah data?

### 1.3 Tujuan

Tujuan dalam membuat Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Menggunakan sensor giroskop sebagai pengukur data *gait*.
2. Membuat sistem pengiriman data ke perangkat pengolah data.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Media sepatu yang digunakan adalah sepatu sport atau sepatu yang memiliki ruangan pada bagian bawah telapak kaki.
2. Sensor hanya ditempatkan pada sepatu.
3. Orang yang dianjurkan dalam percobaan proyek ini orang sehat (tidak ada kelainan atau difabel).
4. Proses pengerjaan Proyek Akhir sampai dengan mengirim data.

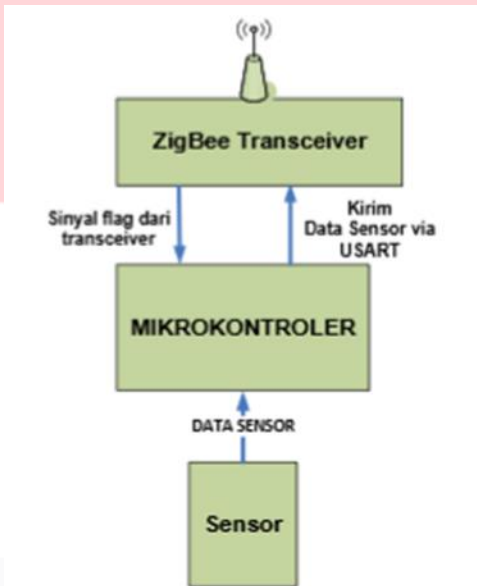
## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Penelitian Sebelumnya

Sensor giroskop dapat berguna untuk mengatur keseimbangan robot, sensor giroskop diletakan pada bagian dada dan punggung agar dapat kembali keposisi awal yaitu tegak bila robot mulai miring dalam sudut tertentu.[1]

Begitupun pada bagian tubuh manusia tidak terlepas dari penelitian sebelumnya yang membahas tentang analisis gait dengan cara identifikasi yang berbeda dan memiliki keunggulan masing masing, bapak Muhammad Ikhsan Sani membuat alat untuk mempermudah layanan kesehatan dengan teknologi WBAN (Wireless Body Area Network) dengan

menggunakan sensor inersia dan dikirim dengan Zigbee transceiver.[2] Terdapat blok diagram pada penelitian ini seperti Gambar 2.1.

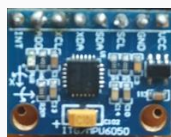


Gambar 2. 1 Blok Diagram Sebelumnya [2]

Selain itu Daniela Tarniță pada penelitiannya menjelaskan bahwa Dengan menggunakan sensor inersia mungkin dapat memantau gangguan dan perubahan gaya berjalan patologis dan perubahan keseimbangan pada orang dan mencegah atau mendiagnosis penyakit yang berbeda.[3]

## 2.2 Dasar Teori

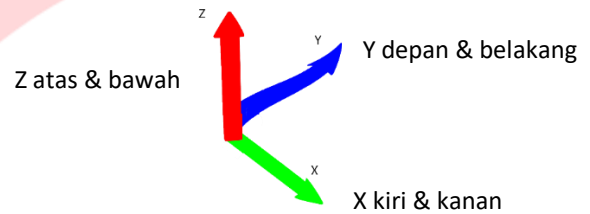
### 2.2.1 Girooskop GY-521 MPU-6050



Gambar 2. 2 Sensor GY-521 MPU-6050

Girooskop merupakan alat sensor yang mempunyai beberapa pinout dengan fungsinya masing masing seperti Gambar 2.2. Girooskop berfungsi untuk mengukur atau menentukan orientasi suatu benda berdasarkan pada ketetapan momentum sudut, dengan kata lain girooskop menentukan gerakan sesuai gaya Tarik bumi yang dilakukan oleh pengguna. Keluaran

yang dihasilkan oleh girooskop berupa kecepatan sudut yang pada sumbu x akan menjadi phi ( $\Phi$ ), sumbu y menjadi theta ( $\theta$ ), dan sumbu z menjadi psi ( $\psi$ ).[3] Dengan menggunakan sensor girooskop yang dapat mengukur suatu pola berjalan atau gait dan mengambil data tersebut dari sensor lalu dikirimkan pada smartphone, dapat dilihat pada Gambar 2.3 arah yang dituju masing masing sudut.



Gambar 2. 3 Sudut yang Dapat Diambil Oleh Girooskop

### 2.2.2 Arduino Nano Atmega328p



Gambar 2. 4 Arduino Nano Atmega 328p

Pada Gambar 2.4 menunjukan bahwa arduino nano memiliki sismin yang cukup kecil dengan pinout yang cukup banyak sehingga dapat memaksimalkan penggunaan arduino ini agar lebih efisien saat dipakai pada sistem yang membutuhkan ukuran kecil.

Arduino ini adalah sebagai alat pengolah data yang dapat mengambil data dari sensor sehingga dapat diolah. Arduino adalah salah satu single board microcontroller yang sering digunakan untuk mengolah data sensor.

### 2.2.3 Bluetooth HC-05



Gambar 2. 5 Bluetooth HC-05

Bluetooth HC-05 adalah Komponen elektronika yang dapat mengirimkan atau menerima data pada jarak jangkauan maksimal 10 m, dengan jangkauan menengah sungguh dapat membantu sebagai receiver atau transceiver pada proses monitoring atau sebagai remote control. Kegunaan bluetooth HC-05 pada proyek ini adalah sebagai pengirim hasil pengolahan data dari arduino ke smartphone.[8]

### 2.2.4 Sepatu



Gambar 2. 6 Sepatu Sport

Sepatu adalah alat untuk membantu manusia agar pada saat berjalan akan mengurangi dampak kerusakan pada kaki. Kebanyakan sepatu yang mempunyai jenis sport memiliki bagian bawah yang tebal. Sepatu sport dapat dimanfaatkan sebagai tempat penyimpanan alat tersebut, karena terdapat bagian yang cukup untuk menyimpan sistem dan pada bagian bentuk sepatu sport lebih nyaman untuk digunakan.

### 2.2.5 Arduino IDE



Gambar 2. 7 Arduino IDE [9]

Arduino IDE adalah aplikasi yang dapat membuat, merubah dan meningkatkan kinerja suatu arduino board, dengan memasukan program yang dapat diunggah ke dalam arduino board arduino IDE berperan penting dalam membangun sebuah sistem. Arduino IDE dapat melihat komunikasi antar interface apabila perintah interface tersebut ditampilkan pada serial monitor, dan pada proyek ini komunikasi serial adalah hal yang paling penting untuk komunikasi antara bluetooth HC-05 dan bluetooth pada smartphone.

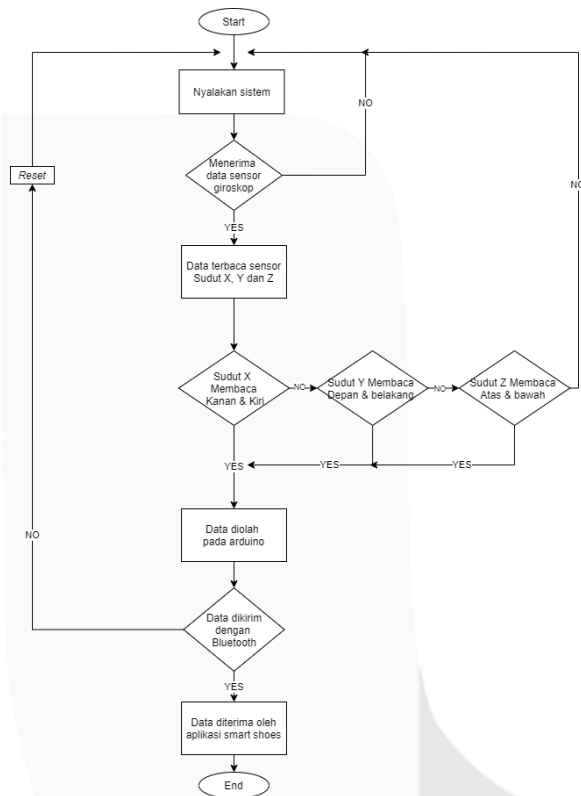
## 3. Analisis dan Perancangan

### 3.1 Cara kerja Sistem



Gambar 3. 1 Perancangan Sistem

Pada Gambar 3.2 merupakan Gambaran perancangan sistem yang dibangun untuk menganalisis gait menggunakan giroskop, dimulai dari membaca sudut kaki seseorang yang sedang berjalan oleh sensor giroskop lalu diproses oleh arduino dan data dikirimkan dengan bluetooth HC-05. Pada Gambar 3.2 terdapat 2 kotak yang menandakan ada dua proses pengerjaan, pada kotak bagian satu merupakan alat yang dikerjakan oleh penulis.



Gambar 3. 2 Flowchart

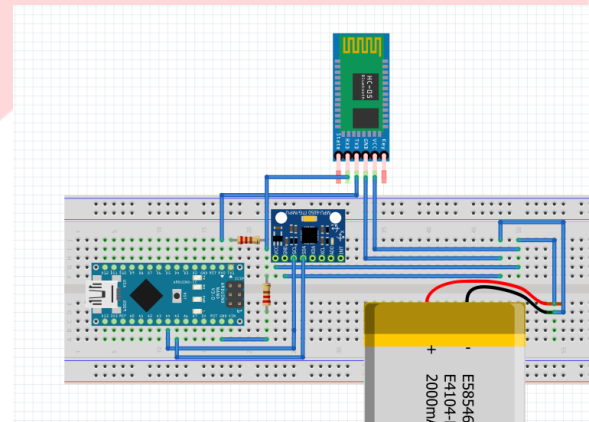
Pada Gambar 3.4 flowchart mendeskripsikan tentang proses dalam Proyek Akhir ini dimana data akan masuk melalui sensor giroskop yaitu sudut X,Y dan Z posisi sensor dapat memperngaruhi sudut yang dibaca. Lalu diolah oleh arduino dan dikirim pada smartphone dengan bluetooth, setelah data masuk pada

perangkat maka data akan diolah dalam aplikasi dengan tampilan GUI (Grapichal User Interface).

#### 4. Implementasi dan Pengujian

##### 4.1 Skematik Sistem

Pada skema sistem akan dijelaskan semua komponen yang digunakan dan saling terhubung.



Gambar 4. 1 Skematik Sistem yang dibangun

##### 4.2 Pengujian

###### 4.2.1 Pengujian Sensor giroskop

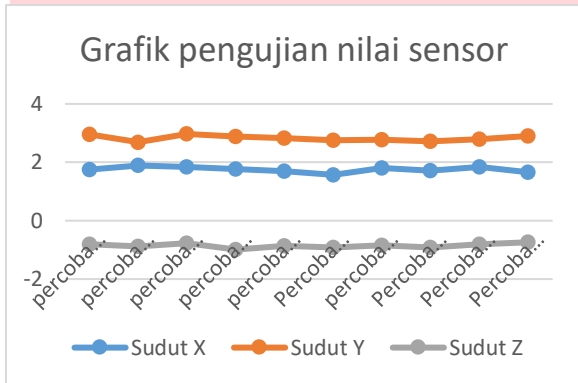
Tujuan diadakannya pengujian ini untuk melihat data dari sensor giroskop. Terdapat beberapa skenario yang akan dilakukan untuk melihat nilai sudut pada keadaan tertentu diantaranya :

1. Posisi sepatu dalam keadaan diam terlihat nilai dan data grafik dari sensor giroskop adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Daftar Pengujian Data Sensor Giroskop Dalam Keadaan Diam

NO	X	Y	Z
1	1.75	2.96	-0.81
2	1.89	2.69	-0.88
3	1.84	2.97	-0.77
4	1.77	2.89	-0.99
5	1.69	2.83	-0.87
6	1.57	2.76	-0.91

7	1.80	2.78	-0.84
8	1.72	2.71	-0.92
9	1.84	2.80	-0.80
10	1.66	2.90	-0.74
Range	1.57	1.69	-0.99
	1.89	2.97	0.74



Gambar 4. 2 Grafik Pengujian Nilai Sensor Pada Keadaan Diam

2. Posisi sepatu pada saat berjalan ke samping kanan terlihat nilai dari sensor giroskop adalah sebagai berikut.

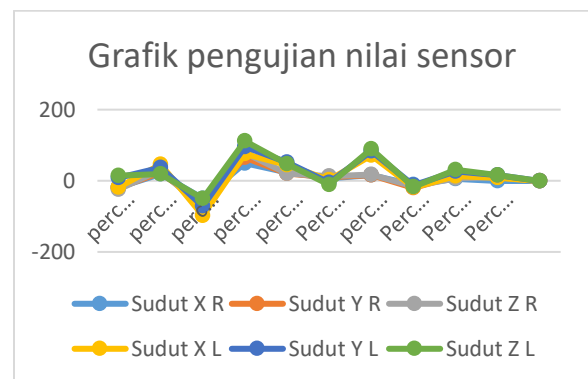
Tabel 4. 2 Daftar Pengujian Data Sensor Giroskop Dalam Keadaan Bergerak Ke Samping Kanan

NO	X	Y	Z
1	-18.54	-1.55	-4.49
2	18.44	5.30	7.88
3	-49.50	-16.94	-13.00
4	49.45	15.55	13.42
5	22.97	-2.22	0.25
6	7.55	1.70	3.61
7	16.24	-0.36	2.25
8	-11.17	-8.15	3.27
9	5.55	6.71	-5.25
10	-0.63	9.86	1.30
Range	-49.50	-16.94	-13.00
	49.45	5.30	13.42

3. Posisi sepatu pada saat berjalan ke samping kiri terlihat nilai dari sensor giroskop adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Daftar Pengujian Data Sensor Giroskop Dalam Keadaan Bergerak Ke Samping Kiri

NO	X	Y	Z
1	6.24	27.20	5.47
2	13.71	-8.10	-18.50
3	-18.07	25.95	21.21
4	-3.00	20.18	16.02
5	23.09	7.57	-4.84
6	-10.00	-8.57	-4.67
7	53.55	12.00	5.50
8	-2.40	5.48	-3.36
9	5.48	13.68	4.47
10	-2.31	8.24	-0.02
Range	-18.07	-8.57	-18.50
	53.55	27.20	21.21



Gambar 4. 3 Grafik Pengujian Nilai Sensor Pada Keadaan Bergerak Ke Samping

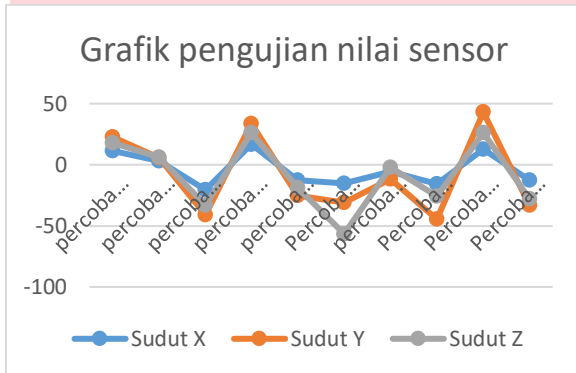
4. Posisi sepatu pada saat berjalan lurus terlihat nilai dari sensor giroskop adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 3 Daftar Pengujian Data Sensor Giroskop Dalam Keadaan Berjalan Lurus

NO	X	Y	Z
1	11.41	121.45	-4.70
2	2.86	78.26	0.44
3	-20.53	65.98	7.72
4	16.72	-56.31	-7.41
5	-12.67	65.01	6.39
6	-15.46	-52.99	-25.65
7	-5.81	38.15	9.63
8	-15.53	-29.07	18.84
9	12.61	30.40	-16.99
10	-12.71	-20.40	5.01



Range	-20.53 s/d 11.41	-56.31 s/d 121.45	-25.65 s/d 9.63
-------	---------------------	----------------------	--------------------



Gambar 4. 4 Grafik Pengujian Nilai Sensor Pada Keadaan Bergerak Ke Depan

Hasil dari ketiga data tersebut menunjukkan perubahan sesuai dengan sudut sudut yang telah ditetapkan.

1. Pada saat diam sensor giroskop tidak memberikan perubahan yang besar dalam menampilkan nilai sudut, tetapi nilai tidak dalam keadaan 0 semua karena medan sepatu digunakan dan sensor tersebut diletakan.
2. Pada saat berjalan bagian depan kaki mengangkat pada momentum tersebut sudut Y yang berubah kearah nilai sudut yang bertambah menjadi lebih luas.
3. Pada saat berjalan bagian belakang kaki mengangkat pada momentum tersebut sudut Y yang berubah kearah nilai sudut yang berkurang menjadi lebih sempit.
4. Pada saat posisi sepatu berjalan ke pinggir dan mengangkat maka sudut yang signifikan akan berubah adalah X dan Z.
5. Pada posisi sepatu berjalan kedepan dan mengangkat sepatu maka sudut yang signifikan berubah adalah sudut Y dan Z yang akan berubah.

## 4.2.2 Pengujian Jarak koneksi bluetooth

### Pengujian Jarak koneksi bluetooth

Untuk menguji jarak konektivitas bluetooth antara bluetooth HC-05 dengan bluetooth smartphone. Dilakukan pengujian jarak antara alat dengan smartphone dengan ketentuan seperti pada Tabel 4.4.

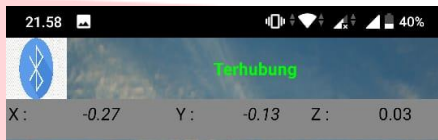
Tabel 4. 4 Pengujian Jarak Antara Alat Dengan Smartphone

NO	Jarak antara smartphone dengan alat	Pengujian terhubung atau tidak				
		1	2	3	4	5
1.	10 meter	✓	×	×	✓	×
2.	9 meter	×	✓	✓	✓	×
3.	8 meter	✓	×	✓	×	✓
4.	7 meter	✓	×	✓	✓	×
5.	6 meter	×	×	✓	✓	✓
6.	5 meter	✓	×	✓	✓	✓
7.	4 meter	✓	✓	✓	×	✓
8.	3 meter	×	✓	✓	✓	✓
9.	2 meter	✓	✓	✓	✓	✓
10.	1 meter	✓	✓	✓	✓	✓

Semakin mendekat dengan alat semakin sedikit noise yang terjadi pada saat pengujian konektivitas antara bluetooth HC-05 dengan bluetooth smartphone.

## 4.2.3 Pengujian Jarak koneksi bluetooth

Untuk menguji keberhasilan proses pengiriman. Pada saat sepatu dinyalakan dengan push button maka seluruh sistem alat akan berjalan, setelah itu pada smartphone buka aplikasi untuk melihat data yang dikirim melalui komunikasi serial seperti pada Gambar 4.13 memperlihatkan data keluaran arduino pada smarhpone.



Gambar 4. 5 Keluaran Data Yang Telah Dikirim

Pada saat pengujian yang dapat mempengaruhi keluaran data pada aplikasi smartphone adalah saat autentikasi dengan bluetooth HC-05, apabila data tidak tampil aplikasi harus dikeluarkan terlebih dahulu agar dapat melakukan autentikasi ulang untuk mendapatkan data yang dikirim.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil Pengujian sistem dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem yang diuji coba dapat berjalan sesuai dengan tujuan yaitu giroskop dapat mengukur sudut yang dibutuhkan untuk analisis gait. Data yang diterima oleh giroskop masih terdapat noise sekitar 10%, dikarenakan terkadang nilai sensor melonjak secara tiba-tiba pada saat dipakai berjalan dan pada saat sensor diam nilai sensor tidak berubah secara drastis.
2. Sistem yang terdapat pada sepatu dapat mengirim data giroskop berupa sudut X, Y dan Z dengan menggunakan bluetooth HC-05. Pengujian jarak koneksi bluetooth antara smartphone dengan alat pada jarak 1 m delay konektivitas semakin rendah, sedangkan pada jarak 10 m delay konektivitas akan semakin tinggi.

### 5.2 Saran

Adapun saran untuk mendukung pengembangan Proyek Akhir ini sebagai berikut.

1. Data keluaran giroskop harus memakai complementary filter dan kalman filter untuk meminimalisir noise keluaran data sensor giroskop.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] H. Z. Fahmi, R. Maulana, and W. Kurniawan, "Implementasi Complementary Filter Menggunakan Sensor Accelerometer dan Gyroscope pada Keseimbangan Gerak Robot Humanoid," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 1, no. 11, pp. 1376–1384, 2017.
- [2] M. I. Sani, "Implementasi Zigbee Transceiver Untuk Akuisisi Data Sensor Inersia Pada Wireless Body Area Network (WBAN)," *J. Infotel*, vol. 9, no. 1, p. 48, 2017, doi: 10.20895/infotel.v9i1.154.
- [3] D. Tarniță, "Wearable sensors used for human gait analysis," *Rom. J. Morphol. Embryol.*, vol. 57, no. 2, pp. 373–382, 2016.
- [4] W. A. Kusuma, Z. Sari, and A. T. Sari, "Sensor Fusion Accelerometer dan Gyroscope untuk Pengukuran Perubahan Kinematik Pergelangan Kaki," *Kinetik*, vol. 1, no. 1, pp. 17–22, 2016, doi: 10.22219/kinetik.v1i1.8.
- [5] F. Kluge, H. Gaßner, J. Hannink, C. Pasluosta, J. Klucken, and B. M. Eskofier, "Towards mobile gait analysis: Concurrent validity and test-retest reliability of an inertial measurement system for the assessment of spatio-temporal gait parameters," *Sensors (Switzerland)*, vol. 17, no. 7, 2017, doi: 10.3390/s17071522.
- [6] A. Hickey, S. Del Din, L. Rochester, and A. Godfrey, "Detecting free-living steps and walking bouts: Validating an algorithm for macro gait analysis," *Physiol. Meas.*, vol. 38, no. 1, pp. N1–N15, 2017, doi: 10.1088/1361-6579/38/1/N1.
- [7] B. Xu and P. Zhang, "Minimal-learning-parameter technique based



adaptive neural sliding mode control of MEMS gyroscope," *Complexity*, vol. 2017, 2017, doi: 10.1155/2017/6019175.

- [8] M. P. V Gaikwad and Y. R. Kalshetty, "Bluetooth Based Smart Automation System Using Android," vol. 7, no. 3, pp. 24–29, 2017.
- [9] M. Fezari and A. Al Dahoud, "Integrated Development Environment ' IDE ' For Arduino," *ResearchGate*, no. October, pp. 1–12, 2018, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/328615543%0AIntegrated>.