

PENGHITUNG JUMLAH DAN JARAK TEMPUH LANGKAH KAKI MENGUNAKAN SENSOR HC-SR04, MODUL MPU GY-80 DAN ARDUINO UNO

Erik Agustian Yulanda¹

¹ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang
¹ Jl. Raya Puspiptek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹ dosen02636@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 14-06-2023
revisi : 21-06-2023
diterima : 28-06-2023
dipublish : 30-06-2023

ABSTRAK

Ponsel pintar berbasis android telah dilengkapi dengan sensor Accelerometer yang telah dikembangkan fungsinya menjadi penghitung langkah kaki manusia (*pedometer*), kekurangan dari aplikasi *pedometer* adalah pergerakan pinggul tidak terjadi hanya akibat dari gerakan kaki saat melangkah, dan setiap langkah kaki dianggap memiliki panjang yang sama. Pada penelitian ini akan merancang alat yang mampu menghitung jumlah dan jarak tempuh langkah kaki dengan menggunakan sensor Ultrasonik HC-SR04, MPU GY-80 dan Arduino Uno, perhitungan jumlah langkah kaki dilakukan berdasarkan pergerakan paha dan perhitungan jarak langkah berdasarkan panjang kaki pengguna dengan menggunakan persamaan cosinus trigonometri. Hasil penelitian menunjukkan ketidakpastian 3.15 % saat berjalan dan 2.75 % saat berlari.

Kata kunci: Penghitung langkah kaki; sensor MPU GY-80; pedometer dengan sensor accelerometer

ABSTRACT

The design of this research aims to develop tools in the field of sports are widely used, pedometers is a tool that is used to calculate a lot of steps and mileage are usually added slightly its estimate calorie burning facilities which have occurred during exercise. The working principle of the pedometer uses a simple principle in determining the distance traveled is just multiplying many feet in length step on average, by utilizing the accelerometer sensor and module arduino will design and build a tool that is able to provide a solution in getting the mileage that is more accurate than the pedometer. Using the theorem of the triangle, has secured long footsteps of uncertainty when walking 3.15% and 2.75% when running.

Keywords: Footstep counter; GY-80 MPU sensor; pedometer with accelerometer sensor

PENDAHULUAN

Smartphone atau ponsel pintar berbasis android telah dilengkapi dengan sensor *Accelerometer* dan *Gyrometer* yang digunakan untuk mendeteksi pergerakan ponsel pintar (Hermawan et al., 2017), sensor *Accelerometer* dan *Gyrometer* pada ponsel pintar telah dikembangkan fungsinya menjadi penghitung langkah kaki manusia (*pedometer*) dengan dukungan berbagai aplikasi berbasis android (Dwi Astuti et al., 2018).

Cara kerja dari aplikasi *pedometer* adalah dengan mendeteksi pergerakan pinggul akibat dari pergerakan kaki saat melangkah (Rozy, 2020), kemudian cara untuk mendapatkan jarak tempuh yaitu dengan mengalikan antara jumlah langkah kaki dengan panjang langkah (Dwi Astuti et al., 2018).

Kekurangan dari aplikasi *pedometer* adalah pergerakan pinggul tidak terjadi hanya akibat dari gerakan kaki saat melangkah, pergerakan pinggul juga dapat terjadi karena hal lain seperti melompat, kekurangan lain adalah setiap langkah kaki dianggap memiliki panjang yang sama, kurang yang telah disebutkan dapat

menyebabkan kekeliruan saat menghitung jumlah langkah kaki dan jumlah jarak tempuh.

Dengan memanfaatkan sensor Ultrasonik HC-SR04, MPU GY-80 dan Arduino Uno penelitian ini akan menjelaskan perancangan alat yang mampu menghitung jumlah langkah kaki berdasarkan pergerakan paha dan dapat menghitung jumlah jarak tempuh berdasarkan panjang kaki pengguna dengan menggunakan persamaan cosinus trigonometri.

TEORI

Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pada sensor ultrasonik HC-SR04 terdapat dua komponen utama yaitu pengirim dan penerima, pengirim sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz, sedangkan penerima berfungsi sebagai penangkap gelombang ultrasonik hasil dari pantulan suatu objek, sensor ultrasonik HC-SR04 dapat mendeteksi jarak mulai dari 2 cm sampai dengan 4 m dengan akurasi 3mm (Stevano et al., 2019).



Gambar 1. Sensor Ultrasonik HC-SR04.

Selisih waktu yang didapat saat memancarkan dan menerima gelombang ultrasonik dikonversi menjadi jarak antara sensor dan objek pemantul (Saad & Altim, 2018), dengan persamaan:

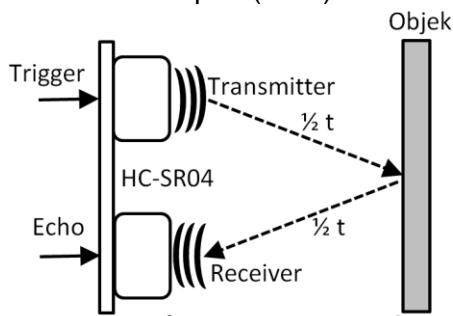
$$S = v \times \frac{1}{2} t \quad (1)$$

Keterangan:

s = jarak (meter)

v = kecepatan suara (344 meter/detik)

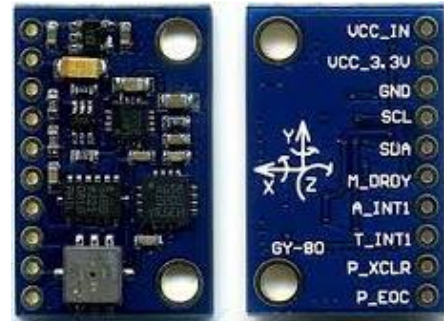
t = waktu tempuh (detik)



Gambar 2. Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04.

Modul MPU GY-80

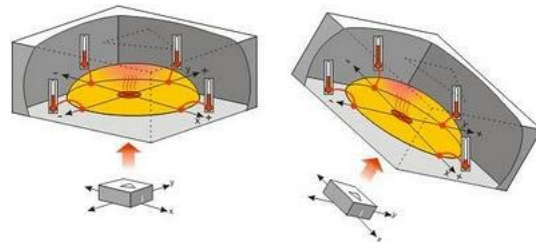
Modul MPU GY-80 tersusun dari 4 buah sensor yaitu sensor *gyroscope* L3G4200D, sensor *accelerometer* ADXL345, sensor kompas atau *magnetometer* HMC5883L dan sensor *barometer* BMP085, Modul MPU GY-80 menggunakan sistem komunikasi I2C (*Inter Integrated Circuit*) sehingga hanya memerlukan 4 pin yaitu Vin 3,3 VDC, Gnd, SDA (*serial data*) dan SCL (*serial clock*) (Mukhtarom & Suprianto, 2019).



Gambar 3. Modul MPU GY-80.

Accelerometer

Accelerometer merupakan sensor yang dapat digunakan untuk mengukur percepatan gerak suatu objek terhadap gravitasi bumi, *accelerometer* dapat mengukur percepatan terhadap tiga sumbu yaitu X, Y dan Z (Mahandhira et al., 2016).



Gambar 4. Prinsip Kerja Accelerometer.

Prinsip kerja sensor *accelerometer* adalah berdasarkan panas yang dihasilkan oleh sensor *accelerometer*, pada saat sensor *accelerometer* dimiringkan maka akan terjadi perbedaan suhu tiap sisi, perbedaan suhu tiap sisi mengakibatkan perubahan tegangan (Abadi & Saleh, 2011).

Arduino Uno

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler dengan *chip* ATmega 328P yang bersifat terbuka, ATmega 328P adalah mikrokontroler 8-bit, 32 KB *memory* ISP *flash* (*read/write*), 1 KB EEPROM, 2 KB SRAM. Arduino Uno diprogram menggunakan Arduino IDE (*Integrated*

Development Environment) bahasa pemrograman C (Handoko, 2017).

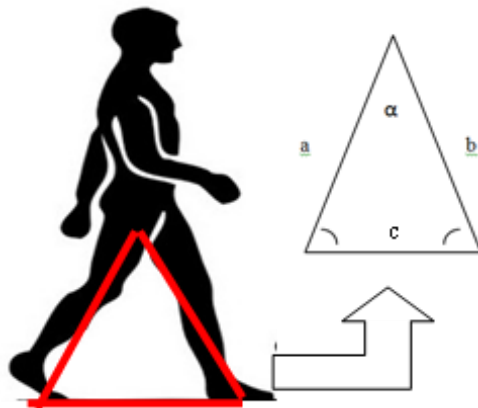


Gambar 5. Arduino Uno R3.

Teorema Segitiga

Dengan menggunakan aturan cosinus trigonometri dapat menghitung sisi segitiga bila mengetahui dua sisi segitiga lain dan sudut yang mengapitnya (Abadi & Saleh, 2011), dengan persamaan berikut:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha} \quad (2)$$



Gambar 6. Kondisi Manusia Saat Melangkah.

XBee Pro

Xbee-Pro merupakan perangkat komunikasi tanpa kabel yang bekerja menggunakan Radio Frequency (RF) pada rentang 2.4 GHz, XBee-Pro didesain dengan standar protokol IEEE 802.15.4 (Andang et al., 2016).

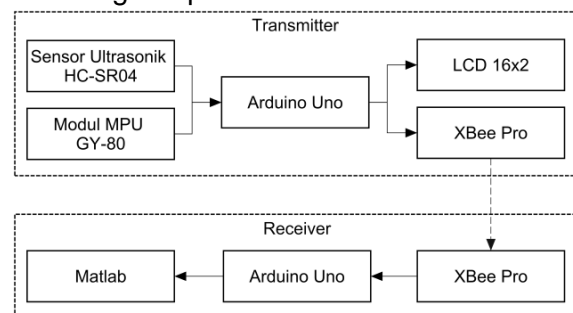


Gambar 7. XBee Pro.

METODOLOGI

Perancangan Hardware.

Perancangan sistem ditunjukkan oleh blok diagram pada Gambar 8.



Gambar 8. Blok Diagram Sistem.

Gambar 8. merupakan blok diagram sistem keseluruhan yang dibangun, sistem terbagi atas dua bagian:

1. Blok Sistem *Transmitter*.

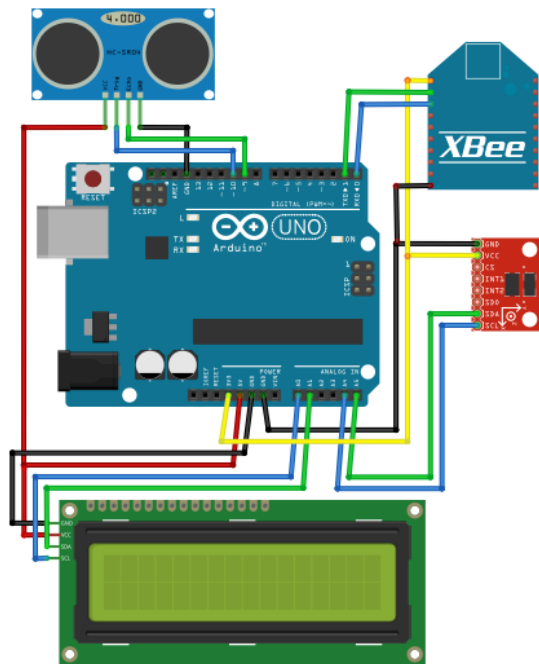
Pada blok sistem *transmitter* terdiri dari beberapa komponen yaitu:

- Sensor MPU GY-80 berfungsi untuk mendeteksi sudut dan langkah kaki.
- Sensor Ultrasonik HC-SR04 berfungsi untuk mendeteksi panjang kaki pengguna alat.
- Arduino Uno berfungsi sebagai pengontrol utama, pengolah input yang diberikan oleh sensor-sensor kemudian ditampilkan ke LCD 16x2 dan dikirim melalui XBee Pro.

- d. LCD 16x2 berfungsi sebagai indikator tampilan yang memberikan informasi berupa banyak langkah, panjang kaki, jarak tempuh dan besar sudut.
 - e. XBee Pro berfungsi sebagai *transmitter* yang mengirimkan data ke *receiver*.
2. Blok Sistem Receiver.
- Pada blok sistem *receiver* terdiri dari beberapa komponen yaitu:
- a. XBee Pro berfungsi sebagai *receiver* yang menerima data dari XBee Pro pada blok *transmitter*.
 - b. Arduino Uno berfungsi sebagai jembatan untuk dapat terhubung ke Matlab.
 - c. Matlab merupakan software yang digunakan untuk menampilkan grafik x,y,z.

Skema Rangkaian.

Berikut adalah skema rangkaian alat deteksi langkah kaki.

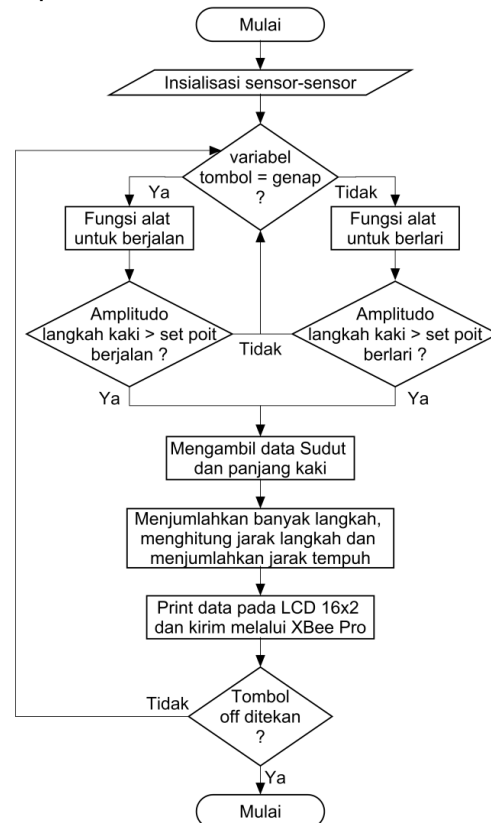


Gambar 9. Skema Rangkaian.

Gambar 9 adalah skema rangkaian yang akan dirancang pada blok *transmitter*, rangkaian *transmitter* terdiri dari Arduino Uno, Modul MPU GY-80, Sensor Ultrasonik, LCD 16x2 dan XBee Pro. XBee Pro dan Arduino Uno dihubungkan secara langsung menggunakan XBee *Shield*, sedangkan pada rangkaian *receiver* terdiri dari XBee Pro yang dihubungkan langsung ke Arduino Uno menggunakan XBee *Shield*, kemudian dihubungkan ke laptop menggunakan kabel USB.

Perancangan Program.

Pada perancangan alat deteksi langkah kaki menggunakan dua software yaitu Arduino IDE yang digunakan untuk memprogram Arduino, agar dapat mengolah data, dan Matlab digunakan untuk menampilkan data pada laptop untuk mempermudah analisis.



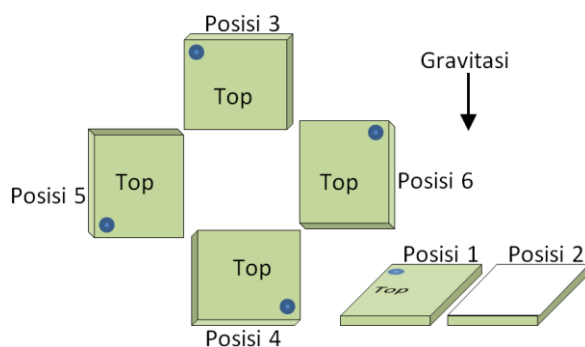
Gambar 10. Flowchart Program.

Program Arduino pada Blok Transmitter berjalan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 10. Program Arduino pada Blok Receiver berjalan sebagai penerima data, data yang diterima oleh XBee Pro kemudian ditampilkan pada dalam bentuk grafik pada *software* Matlab, grafik yang yang ditampilkan merupakan data dari tiga sumbu accelerometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Accelerometer.

Pengujian sensor accelerometer dilakukan untuk mengetahui respon dari sensor pada perubahan posisi.



Gambar 11. Respon Accelerometer Terhadap Arah Gravitasi.

Tabel 1. Hasil Analisis Tegangan.

No.	Tegangan (mV)			Posisi Sensor
	X	Y	Z	
1.	0	0	4784	Posisi 1
2.	0	0	-4784	Posisi 2
3.	-4784	0	0	Posisi 3
4.	4784	0	0	Posisi 4
5.	0	4784	0	Posisi 5
6.	0	-4784	0	Posisi 6

Tabel 1. menunjukkan hasil percobaan tiap posisi pada Gambar 11. *Input* tegangan kemudian dikonversi menjadi nilai 1g atau $9,8 \text{ m/s}^2$, dengan cara membagi input tegangan dengan konstanta 488.

Tabel 2. Tabel Konversi Tegangan.

No.	Tegangan (mV)			Gravitasi m/s^2		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1.	0	0	4784	0g	0g	1g
2.	0	0	-4784	0g	0g	-1g
3.	-4784	0	0	-1g	0g	0g
4.	4784	0	0	1g	0g	0g
5.	0	4784	0	0g	1g	0g
6.	0	-4784	0	0g	-1g	0g

Dari Tabel 2. juga dapat menentukan sudut *accelerometer* dengan menggunakan fungsi $\text{ATAN2}(Y,Z)$, ATAN digunakan untuk membalikan nilai dari tangen sedangkan ATAN2 digunakan untuk mendapatkan nilai sudut dari koordinat Y,Z. kemudian untuk mendapatkan hasil dalam derajat maka perlu dikalikan dengan $180/\pi$. hasil konversi kedalam derajat ditunjuk pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Besar Sudut.

Posisi Sensor	$\text{Atan2}(X,Y) \cdot 180/\pi$	$\text{Atan2}(Y,Z) \cdot 180/\pi$	$\text{Atan2}(Z,X) \cdot 180/\pi$
Posisi 1	0°	90°	0°
Posisi 2	0°	-90°	180°
Posisi 3	180°	0°	-90°
Posisi 4	0°	0°	90°
Posisi 5	90°	0°	0°
Posisi 6	-90°	180°	0°

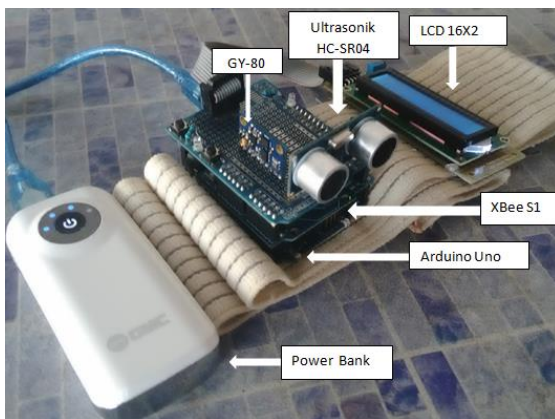
Pengujian Alat.

Cara kerja alat deteksi langkah kaki yang dirancang adalah sebagai berikut :

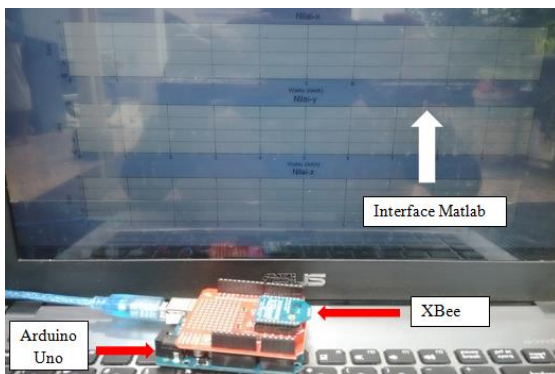
- Alat deteksi langkah kaki digunakan pada pangkal paha.
- Hidupkan alat deteksi langkah kaki.
- Gunakan alat untuk melangkah, maka akan terjadi lonjakan grafik pada 3 axis maka pada keadaan lonjakan grafik akan dianggap sebagai terjadi langkah, pada keadaan lonjakan grafik juga besar sudut yang terjadi pada sensor *accelerometer* akan diambil dan diterapkan pada rumus teorema segitiga, sehingga akan didapat panjang langkah kaki.

- d. Gunakan alat untuk melangkah, seterusnya langkah c. akan berulang, maka panjang langkah kaki akan dijumlahkan sebagai jarak tempuh, dan banyak langkah kaki juga akan dijumlahkan.
- e. Informasi banyak langkah, besar sudut, panjang kaki dan jarak tempuh dapat dilihat pada LCD.
- f. Perubahan nilai 3 axis dapat dilihat pada grafik di Matlab.

sesuai dengan persamaan cosinus trigonometri.



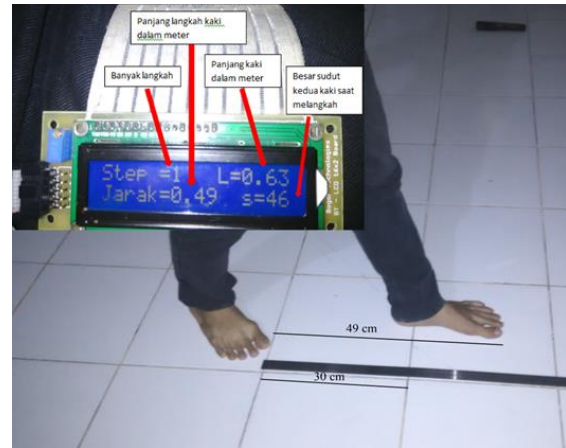
Gambar 12. Blok Transmitter.



Gambar 13. Blok Receiver.

Analisis Alat Deteksi Langkah Kaki

Analisis pertama yang dilakukan adalah membandingkan perhitungan manual dari data yang ditampilkan pada LCD 16x2 dengan persamaan cosinus trigonometri. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa program berjalan



Gambar 14. Pengujian Alat Deteksi Langkah Kaki.

Pada Gambar 14. terdapat informasi mengenai banyak langkah kaki, jarak langkah kaki, besar sudut dan panjang kaki dengan keterangan sebagai berikut :

Step = banyak langkah kaki

Jarak = panjang langkah kaki (m)

L = Panjang kaki (m)

s = Besar sudut (°)

maka diketahui

Step = 1 x

Jarak = 0.49 m = 49 cm

L = 0.63 m = 63 cm

s = 46°

Dengan persamaan teorema segitiga berikut : $c = \sqrt{2a^2 - 2a^2 \cos \alpha}$, Maka dapat disimpulkan

a = 0.63 m

$\alpha = 46^\circ$

c = 0,49 m;

Jika diterapkan dalam rumus teorema segitiga akan didapat nilai c.

$$c^2 = 2a^2 - 2a^2 \cos \alpha$$

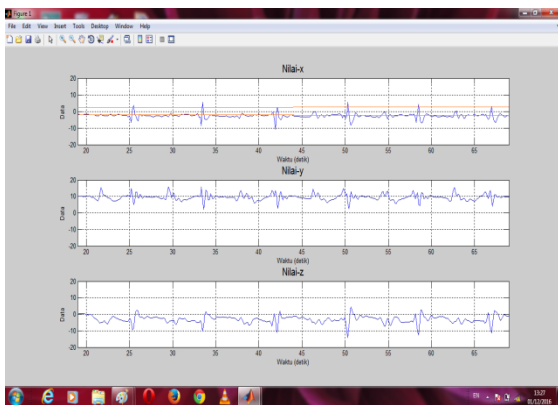
$$c^2 = 2 \times 0.63^2 - 2 \times 0.63^2 \cos 46^\circ$$

$$c = 0,49232122 \text{ m}$$

$$c = 0.49 \text{ m}$$

Analisis Pada Matlab.

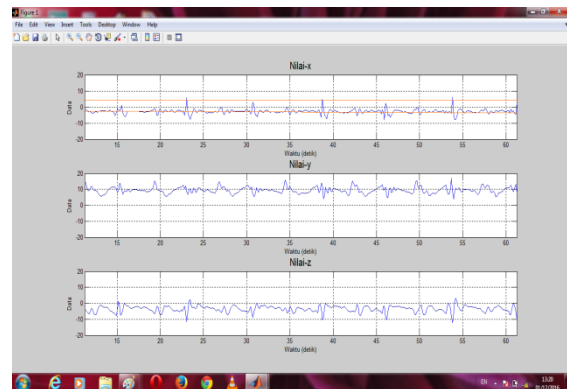
Pengujian kedua dilakukan dengan melihat grafik pada software Matlab, pengujian dilakukan untuk melihat karakteristik grafik langkah kaki yang terjadi.



Gambar 15. Matlab Percobaan 1.

Pada Gambar 15. terdapat perubahan amplitudo yang signifikan pada ketiga plot sumbu x,y dan z, pada saat perubahan amplitudo secara signifikan dianggap terjadi langkah kaki oleh sensor *accelerometer*.

Ketinggian amplitudo dipengaruhi oleh berat badan pengguna alat deteksi langkah kaki. Dengan melihat grafik pada Matlab maka dapat ditentukan nilai *setpoint* amplitudo yang sesuai pada setiap pengguna dengan berat badan yang berbeda, dengan menyesuaikan *setpoint* maka hasil deteksi langkah kaki akan lebih akurat, grafik pada gambar 15. adalah hasil percobaan alat dengan pengguna yang memiliki tinggi badan 162 cm dan berat 50 kg, *setpoint* yang didapat dari grafik adalah 3325 mV.



Gambar 16. Matlab Percobaan 2.

Grafik pada gambar 16. adalah percobaan alat deteksi langkah kaki dengan pengguna yang memiliki tinggi badan 160 cm dan berat badan 75 kg, dengan melihat grafik pada Gambar 16. *setpoint* yang didapat adalah 4365 mV.



Gambar 17. Matlab Percobaan 3.

Grafik pada gambar 17. adalah percobaan alat dengan pengguna yang memiliki tinggi badan 160 cm dan berat 45 kg, amplitudo yang didapat dari grafik adalah 2914 mV.

Analisis Penggunaan Alat Saat Berjalan.

Analisis penggunaan alat saat Berjalan dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi alat dalam mendeteksi jarak tempuh langkah kaki, analisis pertama yaitu pengujian alat pada orang yang memiliki

berat badan berbeda dan digunakan dengan kondisi berjalan dengan alat deteksi langkah kaki berada di kaki kanan.

Tabel 4. Pengujian Berat Badan.

Percobaan	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Amplitudo (mV)
1	160	50	3325
2	160	75	4365
3	160	45	2914

Tabel 4. Menunjukkan bahwa semakin berat pengguna alat maka amplitudo yang didapat semakin tinggi.

Tabel 5. Pengujian Alat pada Jarak Tempuh 6 meter Berjalan.

Percobaan	Jarak Tempuh (m)	Jarak Tempuh Kuadrat	Tinggi (cm)	Berat (kg)
N	X _i	X _i ²		
1	6,11	37,33		
2	5,89	34,69		
3	6,08	36,97	160	50
4	5,92	35,05		
5	6,15	37,82		
6	6,39	40,83		
7	7,77	60,37		
8	8,24	67,90	162	75
9	7,04	49,56		
10	7,79	60,68		
11	6,29	39,56		
12	7,13	50,84		
13	6,35	40,32	165	65
14	6,76	45,70		
15	7,23	52,27		
Σ	101,14	689,90		
Rata-rata	6,74			

Nilai ketidakpastian dalam pengukuran berulang dinyatakan sebagai standar deviasi, yang dapat dicari dengan rumus:

$$S_x = \frac{1}{N} \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$S_x = \frac{1}{15} \sqrt{15 \sum 689,90 - (101,14)^2}$$

$$S_x = 0,19 \text{ m}$$

Dengan adanya standar deviasi dalam pengukuran, maka tingkat ketelitian hasil pengukuran dapat dilihat dari ketidakpastian relatif. Ketidakpastian relatif diperoleh dari hasil bagi antara nilai standar deviasi (S_x) dengan nilai rata-rata (\bar{x}) dikalikan dengan 100%.

$$\text{Ketidakpastian Relatif} = \frac{S_x}{|\bar{x}|} 100\%$$

$$= (0,19/6,74)100\%$$

$$= 2,89 \%$$

Tabel 6. Pengujian Alat pada Jarak Tempuh 60 meter Berjalan.

Percobaan	Jarak Tempuh (m)	Jarak Tempuh Kuadrat	Tinggi (cm)	Berat (kg)
N	X _i	X _i ²		
1	58,07	3372,12		
2	65,01	4226,30		
3	67,53	4560,30	160	50
4	68,12	4640,33		
5	64,98	4222,40		
6	87,39	7637,01		
7	86,67	7511,69		
8	89,37	7987,00	162	75
9	72,35	5234,52		
10	84,23	7094,69		
11	70,23	4932,25		
12	63,14	3986,66		
13	77,12	5947,49	165	65
14	72,43	5246,10		
15	75,63	5719,90		
Σ	1102,27	82318,78		
Rata-rata	73,48			

$$S_x = \frac{1}{N} \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$S_x = \frac{1}{15} \sqrt{15 \sum 82318,78 - (1102,27)^2}$$

$$S_x = 2,51 \text{ m}$$

$$\text{Ketidakpastian Relatif} = \frac{S_x}{|\bar{x}|} 100\%$$

$$= (2,51 / 73,48) 100\%$$

$$= 3,41 \%$$

Pada percobaan berjalan dengan jarak tempuh yang berbeda, didapatkan dua

ketidakpastian relatif yang berbeda yaitu 2,89% dan 3,41%, yang jika dirata-ratakan akan didapat ketidakpastian relatif sebesar 3,15 %.

Analisis Penggunaan Alat Saat Berlari.

Analisis penggunaan alat saat berlari dilakukan bertujuan untuk mengetahui perbedaan-perbedaan pada saat berlari dan berjalan.

Tabel 7. Pengujian Alat pada Jarak Tempuh 60 meter Berlari.

Percobaan	Jarak Tempuh (m)	Jarak Tempuh Kuadrat	Tinggi (cm)	Berat (kg)
N	X_i	X_i^2		
1	61,96	3839,04		
2	59,68	3561,70		
3	63,85	4076,82	160	50
4	60,27	3632,47		
5	59,02	3483,36		
6	75,45	5692,70		
7	80,23	6436,85		
8	67,34	4534,68	162	75
9	75,66	5724,44		
10	76,89	5912,07		
11	65,76	4324,38		
12	72,33	5231,63		
13	67,12	4505,09	165	65
14	75,06	5634,00		
15	77,42	5993,86		
Σ	1038,04	72583,10		
Rata-rata	69,20			

$$S_x = \frac{1}{N} \sqrt{\frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N-1}}$$

$$S_x = \frac{1}{15} \sqrt{\frac{15 \Sigma 72583,10 - (1038,04)^2}{15-1}}$$

$$S_x = 1,89 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Ketidakpastian Relatif} &= \frac{S_x}{|\bar{x}|} 100\% \\ &= (1,89 / 69,20) 100\% \\ &= 2,73 \% \end{aligned}$$

Dengan melihat ketidakpastian relatif dapat disimpulkan alat deteksi langkah kaki lebih efisien saat digunakan untuk berlari,

sama seperti pedometer alat deteksi langkah kaki ini lebih diperuntukan untuk pelari.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan maka dapat disimpulkan antara lain :

1. Dengan memanfaatkan sensor GY-80, dan sensor jarak HC-SR04 dapat diterapkan untuk membuat alat pendeteksi jumlah langkah kaki dan jarak tempuh langkah kaki, dengan menerapkan aturan cosinus trigonometri.
2. Hasil penelitian menunjukkan ketidakpastian sebesar 3.15 % saat berjalan dan 2.75 % saat berlari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, M., & Saleh, A. (2011). Rancang Bangun Alat Pengukur Langkah Kaki Dengan Sensor Accelerometer Dan Fasilitas Komunikasi Wireless 2,4 Ghz. *EEPIS Repository*, 1–6. <http://www.eepis-its.edu>
- Andang, A., Afandi, F., & Busaeri, N. (2016). Penggunaan Protokol Zigbee Pada Kendali Motor Jarak Jauh Dengan Platform Arduino. *Jurnal Siliwangi Seri Sains Dan Teknologi*, 2(1). <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/jssainstek/article/view/56>
- Dwi Astuti, F., Yatini, I. B., Wiwiek Nurwiyati, F., Dirga Pratama, I., Ninosari, D., Rudyanto Arief, M., Rahayu, S., Sismoro, H., Etika Profesi, D., Rudyanto Arief, M., Fatonah, S., Nasiri, A., Tri Pambudi, D., Fitriastuti, F., & Edwin Bororing, J. (2018). Pemanfaatan Sensor Accelerometer Sebagai Aplikasi Pedometer Berbasis Android. *Informasi Interaktif*, 3(3), 201–209. <https://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/informasiinteraktif/article/view/812>

- Handoko, P. (2017). Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3. *Prosiding Semnastek*, 0(0). <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/2065>
- Hermawan, D., Faturahmah, F., Dharmawan, W., Informatika, T., Sains, F., Teknologi, D., AI, U., Indonesia, A., Sisingamangaraja, J., Baru, K., Selatan, J., Pusat,), Informasi, T., Komunikasi, D., Pengkajian, B., & Teknologi, P. (2017). Pengembangan Aplikasi Pedometer Berbasis Android Dengan Menggunakan Sensor Motion Untuk Saran Kesehatan. *Prosiding SENIATI*, 3(1), A9.1-9. <https://doi.org/10.36040/SENIATI.V3I1.1512>
- Mahandhira, D., Mahandhira, D. W., Ginardi, H., & Navastara, D. A. (2016). Penggunaan Accelerometer dan Magnetometer pada Sistem Real Time Tracking Indoor Position untuk Studi Kasus Pada Gedung Teknik Informatika ITS. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), A524–A527. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.18195>
- Mukhtarom, Z., & Suprianto, B. (2019). Sensor Gerak GY-80 Untuk Visualisasi Gerak Lengan Menggunakan Metode Nirkabel (Bluetooth). *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 8(2). <https://doi.org/10.26740/JTE.V8N2.P>
- Rozy, F. (2020). Akurasi Aplikasi Penghitung Langkah (Pedometer) Pada Smartphone Berbasis Android. *Jendela Olahraga*, 5(2), 70–78. <https://doi.org/10.26877/JO.V5I2.6134>
- Saad, A. M., & Altim, M. Z. (2018). Sistem Keamanan Kampus Dengan Multiuser. *Logitech Teknik Elektro*, 1(1), 23–29. <http://jurnal.ft.umi.ac.id/index.php/logitech/article/view/190>
- Stevano, P., Yudha, F., Ridwan, D., Sani, A., Fisika, J., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2019). Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino. *EINSTEIN (e-Journal)*, 5(3). <https://doi.org/10.24114/EINSTEIN.V5I3.12002>