

# Rancang Bangun Mouse untuk Penyandang Disabilitas Menggunakan Sensor MPU-6050 dengan Metode Kalman Filter sebagai Peredam *Noise*

Putri Ayu Zartika<sup>1</sup>, Mila Kusumawardani<sup>2</sup>, Koesmarijanto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang,, 65141, Indonesia

<sup>1</sup> [putriayuzartika.pa@gmail.com](mailto:putriayuzartika.pa@gmail.com), <sup>2</sup> [mila.kusumawardani@polinema.ac.id](mailto:mila.kusumawardani@polinema.ac.id), <sup>3</sup> [koesmarijanto@polinema.ac.id](mailto:koesmarijanto@polinema.ac.id)

**Abstract**—Problems that are often faced by people with physical disabilities are those who have limited hands, one of which is when they will use the computer. His inability to grip and use the mouse is often a barrier in using the computer. The purpose of the design of the tool is to provide facilities for people with disabilities to be able to use a mouse that will be moved based on head movements without noise interference caused by the MPU-6050 sensor. The results of the tests carried out show that designing a mouse with the MPU-6050 sensor has been successfully carried out, the MPU-6050 sensor by implementing a kalman filter as a noise reducer on the X axis has an accuracy value with an average error percentage of 0.09% and at Y angle is 0.12%. Data transmission from the mouse to the computer is done wirelessly using bluetooth HC-05 can receive data well as far as 12.5 meters with an error percentage of 0%. The button on the mouse that functions to perform the left click function when the button is bitten 1x, right click when the button is bitten 2x and click and hold to do a left click 2x or double click can run according to the command, has a 100% success rate.

**Keywords**—Mouse, Physical disabilities, MPU6050 Sensor, Filter Kalman

**Abstrak**—Permasalahan yang sering dihadapi penyandang disabilitas fisik yaitu yang memiliki keterbatasan pada tangan, salah satunya adalah ketika mereka akan menggunakan komputer. Ketidakmampuannya dalam menggenggam dan menggunakan mouse seringkali menjadi halangan dalam menggunakan komputer. Tujuan dari perancangan alat tersebut adalah untuk memberikan fasilitas bagi penyandang disabilitas untuk dapat menggunakan Mouse yang akan digerakkan berdasarkan pergerakan kepala tanpa gangguan noise yang diakibatkan oleh sensor MPU-6050. Hasil pengujian yang dilakukan diketahui bahwa mendesain mouse dengan sensor MPU-6050 telah berhasil dilakukan, Sensor MPU-6050 dengan mengimplementasikan kalman filter sebagai peredam derau (noise) pada sumbu X memiliki nilai akurasi dengan rata-rata presentase kesalahan sebesar 0,09% dan pada sudut Y sebesar 0,12%. Transmisi data dari mouse menuju komputer dilakukan secara wireless menggunakan bluetooth HC-05 dapat menerima data dengan baik sejauh 12,5 meter dengan presentase kesalahan 0%. Button pada mouse yang berfungsi untuk melakukan fungsi klik kiri ketika button digigit 1x, klik kanan ketika button digigit 2x dan klik tahan untuk melakukan klik kiri 2x atau double click dapat berjalan sesuai dengan perintah, memiliki tingkat keberhasilan 100%.

**Kata Kunci**—Mouse, Penyandang Disabilitas, Sensor MPU6050, Kalman Filter

## I. PENDAHULUAN

Permasalahan yang sering dihadapi penyandang disabilitas salah satunya adalah ketika mereka akan menggunakan komputer yang membutuhkan keterlibatan anggota tubuh yaitu tangan, ketidakmampuannya ketika menggenggam mouse seringkali menjadi kendala dalam menggunakan komputer. Mouse merupakan salah satu perangkat komputer yang berguna untuk mengontrol pergerakan kursor di tampilan layar komputer, penggunaan mouse umumnya diletakan di sebelah kanan pengguna dan digerakkan dengan menggunakan tangan.

Penelitian sebelumnya yang berjudul “Perancangan Mouse untuk Penyandang Difabel dan Disabilitas”, memiliki hasil dapat membantu penyandang disabilitas fisik pada tangan dalam beraktivitas terutama ketika menggunakan komputer dan smartphone. Pada penelitian ini menerapkan penundaan atau delay yang digunakan untuk membedakan antara klik kiri dan klik kanan yang dirasa kurang efektif terhadap waktu karena harus menunggu beberapa detik untuk melakukan klik dan pada mouse menggunakan kabel USB atau OTG sebagai transmisi data sehingga penyandang tidak memiliki kebebasan dalam

menggerakkan mouse, terlebih lagi jika menggunakan kabel USB yang pendek [1].

Penelitian berjudul “Filtering Untuk Akuisisi Data Pada Jaringan Sensor Nirkabel (JSN)”, noise yang dilakukan pada sensor MPU6050 didapatkan hasil bahwa terdapat noise pada sensor yaitu white noise. Pada proses perhitungan sudut Sensor gyroscope dilakukan dengan mengukur laju perubahan sudut di integrasi terhadap waktu. Proses tersebut menyebabkan penyimpangan yang disebabkan oleh hadirnya kesalahan bias. Nilai sudut dapat ditentukan dengan mengukur arah dari akselerasi grafitasi pada objek. Penentuan nilai sudut pada sensor accelerometer memiliki kesalahan yang disebabkan oleh gaya translasi [2].

Penelitian sebelumnya yang berjudul “Perbandingan Filter Digital pada Accelerometer untuk mengoptimalkan pengukuran Sudut Pitch dan Roll”, mengulas perbedaan filter digital pada sensor accelerometer untuk mengoptimalkan pembacaan sudut pitch serta roll dari sistem Inertial Measurement Unit (IMU). Pada penelitian ini sensor yang digunakan adalah sensor accelerometer tipe MPU6050, adapun

6 filter digital yang dibedakan, antara lain low pass filter, average filter, Kalman filter, Filter Finite Impulse Response (FIR), Hanning filter, dan exponential filter. Berdasarkan hasil yang telah diuji, Kalman filter merupakan filter digital yang dapat digunakan memfilter data accelerometer secara maksimal [3].

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, maka pada penelitian ini merancang mouse yang digunakan oleh penyandang disabilitas fisik untuk membantu dalam beraktifitas ketika menggunakan mouse. Mouse akan digerakkan berdasarkan pergerakan kepala, untuk membaca sudut maka akan digunakan sensor MPU-6050 lalu di hubungkan dengan arduino nano sebagai mikrokontroler untuk memproses data serta button untuk melakukan operasi klik dengan cara digigit. Transmisi data dihubungkan secara wireless menggunakan modul Bluetooth HC-05 agar tidak menghalangi gerak kepala seperti saat menggunakan kabel USB karena panjang USB yang pendek. Data tersebut akan di terima dan diproses oleh arduino micro sebagai mikrokontroler, data yang dihasilkan oleh pembacaan sensor MPU-6050 akan memiliki derau (noise) sehingga pada penelitian ini perlu menggunakan Kalman Filter untuk meredam derau (noise) menggunakan Kalman filter untuk menstabilkan hasil keluarahan, lalu akan diproses untuk dapat dioperasikan sebagai mouse pada komputer.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Sensor MPU6050

Sensor MPU6050 adalah salah satu jenis perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur inersia atau yang disebut dengan *Inertial Measurement Unit* (IMU). *Inertial Measurement Unit* (IMU) merupakan perangkat elektronik yang menggunakan kombinasi dari sensor *accelerometer* dan sensor *gyroscope* untuk menghitung dan membaca kecepatan, orientasi, dan gaya gravitasi [4][5].

### B. Kalman Filter

Kalman Filter pada dasarnya adalah satu set persamaan matematika yang menerapkan estimasi terhadap perubahan *state* karena gangguan dari *noise* secara *real time* yang ada pada sensor [4]. Persamaan kalman filter dibagi menjadi dua bagian yaitu *Time update* dan *measurement update*, *Time update* bisa dikatakan sebagai proses *predict*, yang melaksanakan estimasi *state* dari satu waktu sebelum untuk dapat menghasilkan estimasi *state* pada saat sekarang. Sementara itu *measurement update* disebut juga sebagai proses *correct* yang merupakan data pengukuran pada saat ini dan digunakan untuk meningkatkan prediksi serta diharapkan bisa memperoleh *state* estimasi yang lebih maksimal [6]. Berikut ini adalah persamaan prediksi dan koreksi dalam Kalman filter:

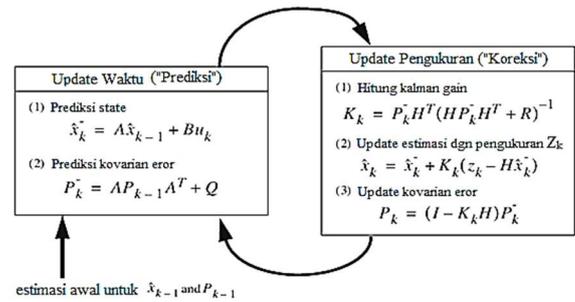


Figure 1. Proses Kalman Filter [4]

### 1. Tahap Prediksi

#### Estimasi

$$\hat{X}_{\bar{k}} = A\hat{X}_{k-1} + Bu_k \quad (1)[7]$$

Keterangan :

- A, B adalah model dari matriks transisi
- k adalah indeks waktu
- $\hat{X}_{\bar{k}}$  adalah prediksi *state* dari sistem pada waktu k
- $\hat{X}_{k-1}$  adalah *state* dari sistem pada waktu k-1
- u adalah *input* dari sensor.

#### Kovariansi error

$$P_{\bar{k}} = AP_{k-1}A^T + Q \quad (2)$$

Keterangan:

- A adalah model dari matriks transisi
- k adalah indeks waktu
- $P_{\bar{k}}$  adalah prediksi kovarian error pada waktu k
- $P_{k-1}$  adalah kovarian error pada waktu k-1
- Q adalah *noise* kovarian error.

### 2. Tahap Koreksi

#### Kalman Gain

$$K_k = P_{\bar{k}} H^T (HP_{\bar{k}} H^T + R)^{-1} \quad (3)[8]$$

Keterangan :

- $P_{\bar{k}}$  adalah prediksi kovarian error pada waktu k
- K adalah kalman gain
- H adalah model matriks transisi
- R adalah error dari pengukuran
- k adalah indeks waktu.

#### Estimasi

$$\hat{X}_k = \hat{X}_{\bar{k}} + K_k(Z_k - H\hat{X}_{\bar{k}}) \quad (4)$$

Keterangan :

- $\hat{X}_{\bar{k}}$  adalah prediksi *state* dari sistem pada waktu k
- $\hat{X}_k$  adalah *state* dari sistem pada waktu k
- K adalah kalman gain
- Z adalah pengukuran dari sensor
- H adalah model matriks transisi
- k adalah indeks waktu.

#### Kovariansi Error

$$P_k = (I - K_k H)P_{\bar{k}} \quad (5)$$

Keterangan :

- $P_k$  adalah kovarian error pada waktu k
- $P_{\bar{k}}$  adalah prediksi kovarian error pada waktu k
- K adalah kalman gain

- I adalah matriks identitas
- H adalah model matriks transisi
- k adalah indeks waktu.

C. *Arduino Nano*

Arduinio Nano dapat dihubungkan melalui kabel USB Mini-B atau catu daya eksternal. Input dan Output Arduino Nano mempunyai jumlah pin sebanyak 14 pin. Arduino NANO memeiliki fasilitas untuk komunikasi dengan komputer, Arduino yang lain ataupun *microcontroller* yang lain [6][9].

D. *Arduino Pro Micro*

Arduino Pro Mikro merupakan mikrokontroler yang berbeda dari Arduino tipe lainnya sebab ATmega32u4 sudah mempunyai komunikasi USB, sehingga tidak memerlukan prosesor sekunder (tanpa chip ATmega16U2 selaku konverter USB-to-serial). Perihal ini membolehkan Arduino yang terhubung ke computer dan dapat digunakan sebagai *mouse* serta *keyboard* [8][10][11].

E. *Modul Bluetooth HC-05*

Modul *Bluetooth HC-05* merupakan modul *bluetooth SPP (Serial Port Protocol)* yang mudah digunakan sebagai komunikasi serial *wireless* yang mengubah port serial ke *bluetooth*. Modul ini dapat digunakan sebagai mode *slave* maupun mode *master*. Jangkauan jarak efektif modul ini saat terkoneksi dalam range 10 meter, dan jika melebihi kisaran ini maka kualitas konektivitas tidak akan maksimal [6][12][13].

III. METODE PENELITIAN

A. *Diagram Sistem*

Bagian ini akan membahas mengenai proses perancangan alat, berikut *block diagram* yang menjelaskan hubungan antar komponen.

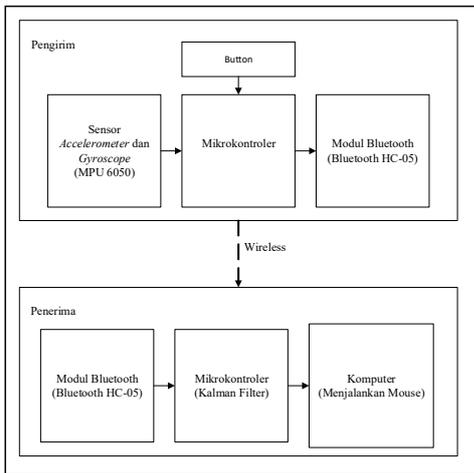


Figure 2. Block Diagram System

Gambar 2 terdapat dua bagian yaitu bagian pengirim dan bagian penerima. Bagian pengirim merupakan *mouse* yang akan digunakan pada kepala terdiri dari sensor Accelerometer yaitu MPU6050, mikrokontroler, modul komunikasi pengirim

Bluetooth HC-05 serta button. Pada sensor MPU6050 akan membaca sudut yang didapat dari pergerakan kepala, lalu di hubungkan oleh mikrokontroler serta terdapat button untuk melakukan klik kiri, klik kanan dan *double click*. Data tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroler pada penerima menggunakan Bluetooth HC-05. Bluetooth HC-05 akan mendukung transmisi data secara *wireless* [14][15].

Bagian penerima terdiri dari mikrokontroler, modul komunikasi Bluetooth HC-05, dan komputer. Data yang diterima dari pengirim akan di proses oleh mikrokontroler menggunakan Kalman filter untuk menyetabilkan hasil keluarahan, lalu akan diproses untuk menggerakkan kursor pada layar komputer serta dapat melakukan operasi klik kiri, klik kanan dan *double click*.

B. *Prosedur Kerja dan Parameter*

1) *Prosedur Kerja Alat*

Prosedur kerja yang digunakan penelitian ini adalah sebagai berikut:

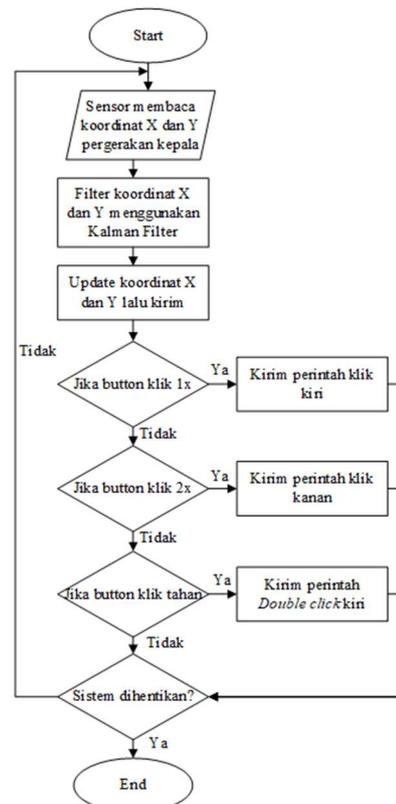


Figure 3. Flowchart Prosedur Kerja Alat

Dari *flowchart* pada Gambar 3 dapat dijelaskan prosedur kerja alat adalah sebagai berikut. Pada awal, *mouse* sensor MPU6050 yang digunakan seperti ikat kepala akan akan membaca titik koordinat yang didapat dari pergerakan kepala. Lalu dari data yang didapatkan akan dihitung menggunakan Kalman filter pada mikrokontroler. Setelah data di proses dengan Kalman filter, data akan dikirim untuk menggerakkan kursor pada komputer. Akan tetapi jika *button* tersebut di klik 1x maka akan menjalankan perintah klik kiri, jika button di klik

2x maka akan menjalankan perintah klik kanan, jika button di klik tahan akan menjalankan perintah klik kiri sebanyak 2x atau *double click*. Lalu *mouse* akan berhenti jika sistem dihentikan.

2) *Prosedur Metode Kalman Filter*

Prosedur dari Metode Kalman Filter yang digunakan paa penelitian ini adalah sebagai berikut:



Figure 4. *Flowchart* Metode Kalman Filter

Pada awal sensor akan melakukan pembacaan sudut dari pergerakan kepala yang cepat, sensor memiliki *noise* yang diakibatkan oleh kesalahan bias dan gaya translasi yang membuat tingkat pembacaan sensor tidak stabil. Data yang sudah didapatkan akan difilter menggunakan Kalman filter yaitu sistem yang akan mengestimasi nilai pembacaan berikutnya, sehingga data dari pembacaan yang cepat akan lebih stabil dengan mengestimasi nilai berikutnya. Dalam kalman filter terdapat proses prediksi untuk memprediksi nilai dari satu waktu sebelum untuk dapat menghasilkan nilai pada saat sekarang. Proses selanjutnya adalah koreksi yang merupakan nilai pengukuran pada saat ini dan digunakan untuk meningkatkan prediksi. Data yang sudah melalui proses filter akan di *update*.

3) *Parameter*

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Akurasi sensor MPU6050 dalam membaca sudut X dan sudut Y.

- Kestabilan gerakan yang dapat diterima oleh komputer sebagai kursor dengan menggunakan metode kalman filter.
- Dapat melakukan pengiriman data secara wireless menggunakan Bluetooth HC-05.
- Klik kiri, klik kanan dan *double click* pada mouse dapat dilakukan dengan menggunakan 1 button.

IV. HASIL PEMBAHASAN

A. *Hasil Implementasi*

Hasil implementasi *Mouse* Untuk Penyandang Disabilitas Menggunakan Sensor MPU6050 Dengan Metode Kalman Filter Sebagai Peredam *Noise* ditampilkan pada gambar sebagai berikut:



Figure 5. Implementasi mouse tampak atas

B. *Pengujian Akurasi MPU-6050*

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur tingkat akurasi dari data yang dihasilkan oleh sensor *accelerometer* dan *gyroscope* MPU-6050. Pengujian dilakukan dengan melakukan pembacaan sudut dengan menggunakan sensor MPU6050 ketika difilter dan melakukan perbandingan dengan busur 180°.

TABEL I  
DATA PENGUJIAN PADA SUDUT X

Sudut pengukuran Busur	Sudut tanpa Filter	Sudut Filter	Presentase Kesalahan Tanpa Filter %	Presentase Kesalahan Filter %
10°	11,14°	10,05°	11,4	0,5
20°	21,03°	20,04°	5,15	0,2
30°	30,57°	30,08°	1,9	0,27
40°	40,49°	40,01°	1,23	0,02
50°	50,53°	50,01°	1,06	0,02
60°	61,03°	60,02°	1,72	0,03
70°	71,51°	70,07°	2,16	0,1
80°	80,46°	80,05°	0,57	0,06
90°	90,67°	90,11°	0,74	0,12
100°	100,61°	100,09°	0,61	0,09
110°	111,11°	110,07°	1,01	0,05
120°	120,55°	120,08°	0,46	0,07
130°	130,73°	130,02°	0,56	0,02
140°	140,64°	140,06°	0,46	0,04
150°	150,71°	150,07°	0,47	0,05
160°	160,64°	160,01°	0,4	0,01
170°	171,75°	170,01°	0,44	0,01
180°	180,68°	180,03°	0,38	0,02
Rata-rata			1,71	0,09

TABEL II  
DATA PENGUJIAN PADA SUDUT Y

Sudut pengukuran Busur	Sudut tanpa Filter	Sudut Filter	Presentase Kesalahan Tanpa Filter %	Presentase Kesalahan Filter %
10°	10,77°	10,08°	7,7	0,8
20°	21,09°	20,03°	5,45	0,15
30°	31,05°	30,12°	3,5	0,4
40°	40,79°	40,03°	1,98	0,08
50°	50,63°	50,01°	1,26	0,02
60°	60,73°	60,06°	1,22	0,1
70°	70,41°	70,09°	0,59	0,13
80°	80,56°	80,05°	0,7	0,06
90°	90,47°	90,04°	0,52	0,04
100°	100,51°	100,08°	0,51	0,08
110°	110,81°	110,07°	0,74	0,06
120°	121,05°	120,07°	0,87	0,06
130°	130,44°	130,04°	0,34	0,03
140°	140,74°	140,05°	0,53	0,04
150°	150,61°	150,06°	0,41	0,04
160°	160,65°	160,01°	0,41	0,01
170°	171,09°	170,06°	0,64	0,04
180°	180,45°	180,01°	0,25	0,01
Rata-rata			1,53	0,12

Data pengujian sudut X, memiliki nilai akurasi dengan rata-rata presentase kesalahan tanpa kalman filter sebesar 1,71% dan rata-rata presentase kesalahan menggunakan kalman filter sebesar 0,09%. Sedangkan data pengujian sudut Y, memiliki nilai akurasi dengan rata-rata presentase kesalahan tanpa kalman filter sebesar 1,53% dan rata-rata presentase kesalahan menggunakan kalman filter sebesar 0,12%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai lebih mendekati nilai sebenarnya ketika menggunakan kalman filter.

C. Pengujian Kestabilan mouse

Pengujian dengan tujuan untuk melihat tingkat kestabilan saat mouse digerakkan dengan Kalman Filter sebagai peredam noise ini dilakukan dengan menggerakkan kursor pada layar komputer yang merupakan area tempat kursor bergerak menuju object yang dituju untuk di klik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 mouse akan digerakkan berdasarkan titik koordinat yang didapatkan dari pergerakan kepala. Data berupa arah sudut X dan Y akan dirubah dan dipetakan kedalam koordinat X dan Y pada komputer dengan range -8 sampai 8.

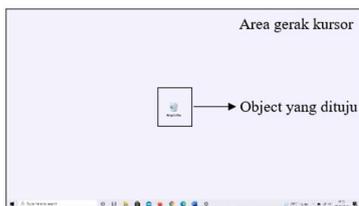


Figure 6. Pengujian yang dilakukan



Figure 7. Mouse saat digunakan

Melakukan pembacaan data dapat dilihat melalui serial monitor pada software Arduino IDE. Pada serial monitor menampilkan nilai sumbu X dan Y yang telah filter dengan sebelum difilter, serta menampilkan kondisi jika button melakukan perintah klik kiri maupun klik kanan. Tabel 3 dan Tabel 4 merupakan data dari pembacaan titik koordinat X dan Y pada komputer dengan range nilai -8 sampai 8, mouse akan digerakkan menuju object dengan menggunakan kalman filter:

TABEL III  
DATA PENGUJIAN KALMAN FILTER

Detik ke-	Koordinat X	Koordinat Y	Keterangan
1	0	0	Kursor diam
2	0	0	Kursor diam
3	-1	0	Kursor bergerak ke kiri
4	-1	0	Kursor bergerak ke kiri
5	-1	0	Kursor bergerak ke kiri
6	-1	0	Kursor bergerak ke kiri
7	-1	0	Kursor bergerak ke kiri
8	-1	0	Kursor bergerak ke kiri
9	-1	0	Kursor bergerak ke kiri
10	-1	0	Kursor bergerak ke kiri
11	0	0	Kursor diam
12	0	0	Kursor diam
13	0	1	Kursor bergerak ke bawah
14	0	1	Kursor bergerak ke bawah
15	0	1	Kursor bergerak ke bawah
16	0	1	Kursor bergerak ke bawah
17	0	1	Kursor bergerak ke bawah
18	0	0	Kursor diam
19	0	0	Kursor diam

Berdasarkan Tabel 3 memiliki hasil pergerakan kursor seperti Gambar 8 berikut:

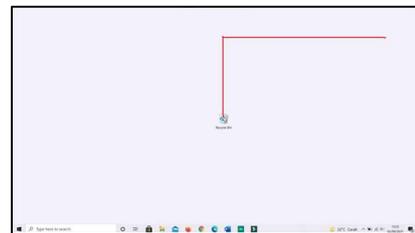


Figure 8. Serial monitor saat mouse digunakan

TABEL IV  
DATA PENGUJIAN TANPA KALMAN FILTER

Detik ke-	Koordinat X	Koordinat Y	Keterangan
1	0	0	Kursor diam
2	0	0	Kursor diam
3	-1	0	Kursor bergerak ke kiri
4	0	0	Kursor diam
5	-1	1	Kursor bergerak ke kiri
6	0	0	Kursor diam
7	-1	0	Kursor bergerak ke kiri
8	0	0	Kursor diam
9	-2	1	Kursor bergerak serong ke kiri
10	-2	1	Kursor bergerak serong ke kiri
11	-1	0	Kursor bergerak ke kiri
12	-1	0	Kursor bergerak ke kiri
13	-1	0	Kursor bergerak ke kiri
14	-2	0	Kursor bergerak ke kiri

Detik ke-	Koordinat X	Koordinat Y	Keterangan
15	0	1	Kursor bergerak ke bawah
16	0	1	Kursor bergerak ke bawah
17	0	1	Kursor bergerak ke bawah
18	0	1	Kursor bergerak ke bawah
19	0	0	Kursor diam
20	0	0	Kursor diam

Berdasarkan Tabel 4 memiliki hasil pergerakan kursor seperti Gambar 9 berikut:

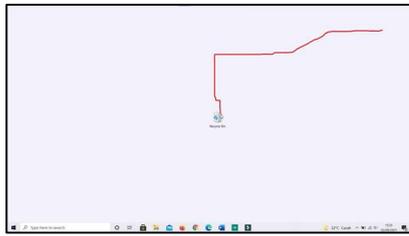


Figure 9. Serial monitor saat mouse digunakan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah didapatkan dari pembacaan serial monitor pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11 berikut:



Figure 10. Grafik titik koordinat menggunakan filter

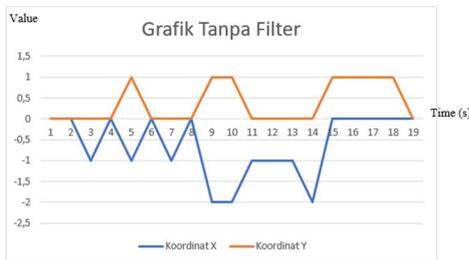


Figure 11. Grafik titik koordinat tanpa filter

Gambar 10 merupakan grafik pembacaan data titik koordinat X dan Y menggunakan filter sedangkan gambar 11 grafik pembacaan data titik koordinat X dan Y tanpa filter, dimana terdapat 2 warna yaitu warna biru dan orange. Warna biru merupakan hasil data dari koordinat X, warna orange merupakan koordinat Y.

Berdasarkan Gambar 10 terlihat ketika menggunakan kalman filter pada sumbu X dan Y memiliki grafik yang lebih stabil daripada tanpa menggunakan filter yaitu pada Gambar 11. Berdasarkan pengamatan saat pengujian, ketika tanpa menggunakan filter sensor akan memiliki sensitifitas yang tinggi terhadap pergerakan yang sangat kecil sehingga akan menimbulkan nilai yang tidak stabil sehingga mouse sangat sulit dikendalikan menuju objek karena kursor akan terus

bergerak, sedangkan ketika menggunakan kalman filter sensor memiliki sensitifitas rendah sehingga memberikan nilai yang stabil dan mouse mudah dikendalikan untuk menuju objek.

Pembuktian juga bisa dilihat pada serial plotter Gambar 12 yang menampilkan data dalam bentuk grafik dari sumbu X dan sumbu Y tanpa filter dan ketika menggunakan filter. Pada serial plotter terdapat warna biru yaitu data sumbu X tanpa menggunakan kalman filter, warna merah merupakan hasil data sumbu X ketika menggunakan kalman filter, warna hijau merupakan data sumbu Y tanpa menggunakan kalman filter dan warna orange merupakan hasil dari data sumbu Y ketika menggunakan kalman filter. Berdasarkan hasil dari grafik pada serial plotter pada Gambar 12 menunjukkan bahwa lebih stabil menggunakan kalman filter yaitu pada grafik berwarna merah dan orange.

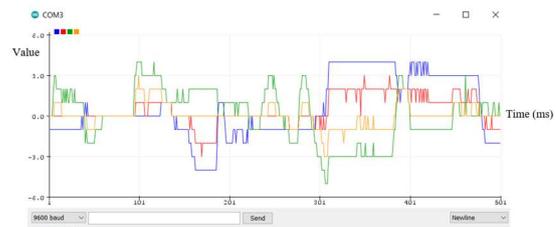


Figure 12. Serial Plotter sumbu X dan Y

#### D. Pengujian Bluetooth HC-05

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui Bluetooth Slave dapat menerima data yang dikirim oleh Bluetooth Master. Pengujian dilakukan dalam berbagai jarak yang diukur menggunakan meteran kayu sepanjang 5 meter dan akan mengirimkan informasi berupa klik yang akan tampil pada serial monitor. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil pada Tabel 5 berikut:

TABEL V  
DATA PENGUJIAN BLUETOOTH HC-05

No	Jarak (meter)	Data Terkirim			Error %
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	
1	1,5	Ya	Ya	Ya	0
2	3,5	Ya	Ya	Ya	0
3	4,5	Ya	Ya	Ya	0
4	5,5	Ya	Ya	Ya	0
5	6,5	Ya	Ya	Ya	0
6	7,5	Ya	Ya	Ya	0
7	8,5	Ya	Ya	Ya	0
8	9,5	Ya	Ya	Ya	0
9	10,5	Ya	Ya	Ya	0
10	11,5	Ya	Ya	Ya	0
11	12,5	Ya	Ya	Ya	0
12	13,5	Tidak	Tidak	Tidak	100

Berdasarkan Tabel 5 dapat disimpulkan jika bluetooth HC-05 dapat menerima data dengan baik sejauh 12,5 meter dengan presentase kesalahan 0%. Sedangkan jika diatas 12,5 meter Bluetooth HC-05 sudah tidak dapat menerima data 100%.

#### E. Pengujian Klik Button

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui fungsi klik kiri dan klik kanan pada mouse. Pengujian dilakukan dengan cara

menggigit button sesuai dengan perintah yang diinginkan. Adapun hasil dari pengujian sesuai dengan yang terdapat dalam Tabel 6 ini:

TABEL VI  
DATA PENGUJIAN KLIK

No	Button	Keterangan	Hasil		
			Uji 1	Uji 2	Uji 3
1	Klik 1x	Untuk melakukan klik kiri	Sesuai	Sesuai	Sesuai
2	Klik 2x	Untuk melakukan klik kanan	Sesuai	Sesuai	Sesuai
3	Klik Tahan	Untuk melakukan <i>double click</i>	Sesuai	Sesuai	Sesuai

Berdasarkan tabel pengujian diatas dapat disimpulkan jika button yang bersungsi untuk melakukan fungsi klik kiri, klik kanan dan *double click* berjalan sesuai dengan perintah klik pada button. Sesuai yang dimaksud adalah kursor dapat melakukan perintah klik pada object yang dituju.

### V. KESIMPULAN

Berdasarkan Perancangan *Mouse* untuk Penyandang Disabilitas Menggunakan Sensor MPU 6050 dengan Metode Kalman Filter Sebagai Peredam Noise dapat disimpulkan bahwa :

1. Sensor MPU-6050 dengan mengimplementasikan kalman filter sebagai peredam derau (*noise*) pada sumbu X memiliki nilai akurasi dengan rata-rata presentase kesalahan sebesar 0,09%. Sedangkan pada sudut Y rata-rata presentase kesalahan sebesar 0,12%.
2. Transmisi data dari *mouse* menuju komputer secara *wireless* menggunakan *bluetooth* HC-05 menerima data dengan baik sejauh 12,5 meter dengan presentase kesalahan 0%. Sedangkan jika diatas 12,5 meter tidak dapat menerima data.
3. *Button* pada *mouse* yang berfungsi untuk melakukan fungsi klik kiri ketika button digigit 1x , klik kanan ketika button digigit 2x dan klik tahan untuk melakukan klik kiri 2x atau *double click* dapat berjalan sesuai dengan perintah klik pada *object* yang dituju dengan memiliki tingkat keberhasilan 100%.

### REFERENSI

[1] Henis, Altaviano Akbar Hanugrah. "Perancangan Mouse Untuk Penyandang Difabel Dan Disabilitas ". S1, Universitas Muhammadiyah Malang, 2019.

[2] Maulana, Adidin Aidin. Saputra, Hendri Maja. Dan Nurhakim, Abdurahman. "Perbandingan Filter Digital Pada Accelerometer untuk Mengoptimalkan Pengukuran Sudut Pitch dan Roll" Elektro dan Informasi. (2019).

[3] Ulwiyati, Nely, Aghus Sofwan, and Sumardi Sumardi. "Filtering Untuk Akuisisi Data Pada Jaringan Sensor Nirkabel (JSN)." Jurnal Ilmiah Teknik Elektro 7.3 (2019): 811-818.

[4] Awantara, I. Gede. "Analisis data navigasi wahana bergerak dengan metode Kalman Filtering". S1, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.

[5] Wahono, Candra Asus Umbar. Sistem Monitoring Pendeteksi Komponen Kaleng Pecah dengan Sensor LDR Menggunakan Arduino Nano Berbasis Web Server (Studi Kasus PT. Artawena Sakti Gemilang). S1. Universitas Muhammadiyah Malang, 2017.

[6] Quadri, S. A., and Othman Sidek. "Error and Noise Analysis in an IMU using Kalman Filter." International Journal of Hybrid Information Technology 7.3 (2014): 39-48.

[7] Aslamia, Suhaybatul (2015) *Robot Pendeteksi Manusia Sebagai Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan Sensor Pir Dengan Media Komunikasi Xbee Berbasis Arduino Leonardo (Sub Bahasan : Software)*, Politeknik Negeri Sriwijaya.

[8] A. Faisal, 25 Juli 2017. [Online]. Adrian's Blog, <http://adrianfaisal.blogspot.com/2017/07/game-dengan-arduino-pong-bab-2.html>. [Diakses 2 Februari 2021].

[9] Wasian, Nur Ahmad; Kusumawardhani, Mila; Perdana, Ridho Hendra Yoga, "Illegal Parking Monitoring System using Infrared Sensor Based on Android (Case Study State Polytechnic of Malang)" Jurnal Jaringan Telekomunikasi Vol. 11 No. 02, Juni 2021.

[10] "Pro Micro Dev-12640 Datasheet", Sparkfun Electronics.

[11] Ronialta, Ade; Budi, Agung Setia, "Perancangan Sarung Tangan Untuk Kendali Powerpoints Berbasis Wireless Menggunakan Bluetooth" JPTIHK UB Vol. 5 No. 3, Maret 2021.

[12] "HC-05 Bluetooth to Serial Port Module datasheet". [Online]. Available: [https://components101.com/sites/default/files/component\\_datasheet/HC-05%20Datasheet.pdf](https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/HC-05%20Datasheet.pdf)

[13] Susanto, Andri, "Rancang Bangun Aplikasi Android Untuk Kontrol Lampu Gedung Menggunakan Media Bluetooth Berbasis Arduino Uno" Jurnal Teknik Vol. 8 No. 1, 2019.

[14] "MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.4 datasheet", Invensense.

[15] Kurniawan, Diki, "Penerapan Sensor Akselometer MPU6050 Sebagai Sensor Bidang Miring Dengan Tampilan Visual Grafik Berbasis ATmega 328" Universitas Sumatera Utara, 2018.