

## Sistem stabilisator kamera menggunakan sensor gyroscope dan kontroler PID

Mokh. Sholihul Hadi<sup>1</sup>, Pradipta Adi Nugroho<sup>2</sup>, Ryan Harris Abdillah<sup>3</sup>, Tiara Windrias Putri<sup>4</sup>, M. Samsul Huda<sup>5</sup>

1. Universitas Negeri Malang, Indonesia | mokh.sholihul.ft@um.ac.id
2. Universitas Negeri Malang, Indonesia | pradiptaadi@gmail.com
3. Universitas Negeri Malang, Indonesia | rhblaze00@gmail.com
4. Universitas Negeri Malang, Indonesia | tiara.deluffy@gmail.com
5. Universitas Negeri Malang, Indonesia | hudasam2304@gmail.com

### Abstrak

Gyroscope adalah suatu perangkat yang dapat mengukur dan mempertahankan orientasi berdasarkan prinsip momentum sudut. Pada penelitian ini, dibuat sebuah stabilisator kamera dengan menggunakan sensor gyroscope. Sensor gyroscope memiliki daerah kerja 3 axis sebagai pendeteksi pergerakan dan kemiringan dari kamera. Aktuator yang digunakan sebanyak dua buah yaitu motor servo yang bertugas untuk merespon input dari sensor gyroscope. Sebagai unit mikrokontroler / MCU, digunakan Arduino UNO yang memiliki ukuran kecil dan memiliki port I/O yang cukup, dengan tujuan meningkatkan mobilitas dan efisiensi pada alat yang dibuat. Untuk meningkatkan tingkat respon aktuator terhadap input sensor dan memperhalus pergerakan aktuator, maka digunakan metode PID. Hasil pengujian sistem menunjukkan sistem stabilisator kamera dapat bekerja dengan baik. grafik pengujian posisi motor pada masing-masing sumbu menunjukkan angka error yang kecil, dengan angka simpangan rata-rata sebesar 2,1 derajat.

### Kata Kunci

*sensor gyroscope, arduino, PID*

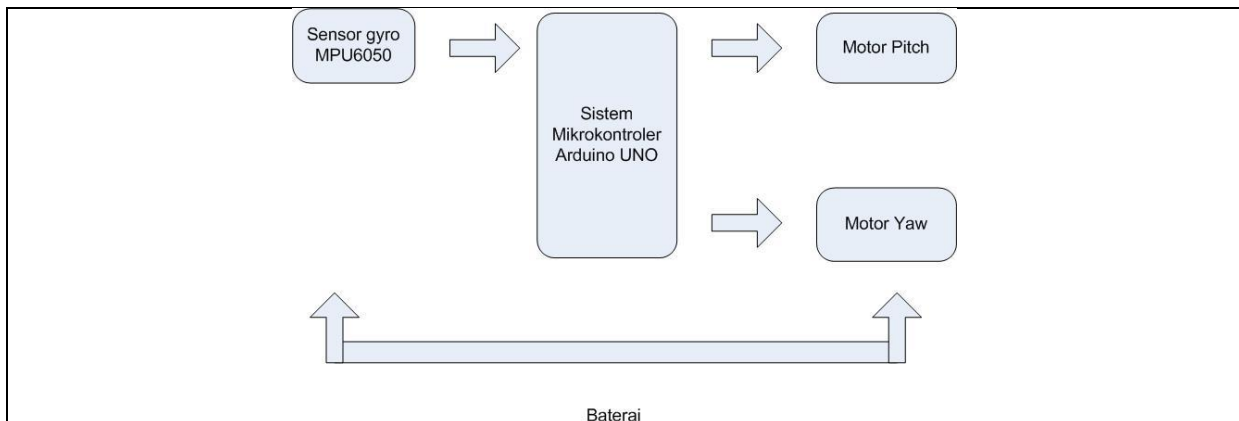
## 1. Pendahuluan

Semakin berkembangnya zaman dan teknologi membuat kebutuhan manusia semakin bertambah. Di zaman dengan perkembangan teknologi yang sangat cepat ini, membuat manusia ingin mengabadikan setiap momen dalam hidupnya. Kamera sekarang ini tidak sulit untuk dicari, bahkan setiap orang mempunyai kamera masing-masing yang terpasang pada *smartphone* mereka. Di masa ini, kamera sering digunakan untuk *selfie* atau memotret atau mengabadikan video tentang diri sendiri ketika dalam momen tertentu atau sedang melakukan kegiatan tertentu. Ketika digunakan untuk merekam atau memotret, jika kamera ingin stabil maka digunakan tripod. Akan tetapi tripod dapat menstabilkan posisi kamera hanya dalam posisi diam atau *fixed position* saja dan tidak dapat digunakan dalam posisi bergerak. Kontroler PID dapat dimanfaatkan untuk menjaga kestabilan sistem [1-2], demikian juga untuk dapat digunakan untuk menjaga kestabilan posisi kamera, Oleh karena itu, maka dibuat alat penstabil kamera dengan kontroler PID untuk menstabilkan posisi kamera dalam pengambilan gambar dengan bentuk *selfie stick*. *Selfie stick* yang dibuat dilengkapi dengan gimbal yang dipasang dengan motor servo sebagai aktuatornya dan sensor gyroscope sebagai pendeteksi pergerakan dan kemiringan posisi dengan gravitasi sebagai acuannya [3-5]. Gimbal pada dasarnya mempunyai rotasi pada sumbu *roll*, *pitch*, dan *yaw*. Akan tetapi, gimbal yang kami buat hanya mempunyai rotasi pada sumbu *pitch* dan *yaw* saja karena pada sumbu *roll* digunakan untuk meletakkan kamera tidak diberi aktuator dengan tujuan untuk mengatur posisi arah kamera. Sensor gyroscope memiliki daerah kerja 3 axis yaitu pada sumbu X, Y, dan Z. Sensor gyroscope bekerja dengan cara, ketika gyroscope bergerak maka akan menghasilkan tegangan output analog yang kemudian dikirim ke bagian MCU untuk dikonversi kedalam bentuk digital sebagai nilai PWM yang digunakan untuk menggerakkan motor servo. Ketika gyroscope berputar searah jarum jam terhadap sumbu Z maka tegangan output berkurang (-Z), dan ketika gyroscope berputar berlawanan arah jarum jam maka tegangan output bertambah (+Z). Sensor yang digunakan adalah MPU6050.

## 2. Metode

Perancangan perangkat keras meliputi perancangan sistem mikrokontroler dan perancangan gimbal yang terdiri dari sensor gyro dan motor servo. Diagram blok perancangan perangkat keras dapat dilihat pada gambar 1. Bagian-bagian dari diagram blok sistem adalah sebagai berikut (Sholihul, 2017):

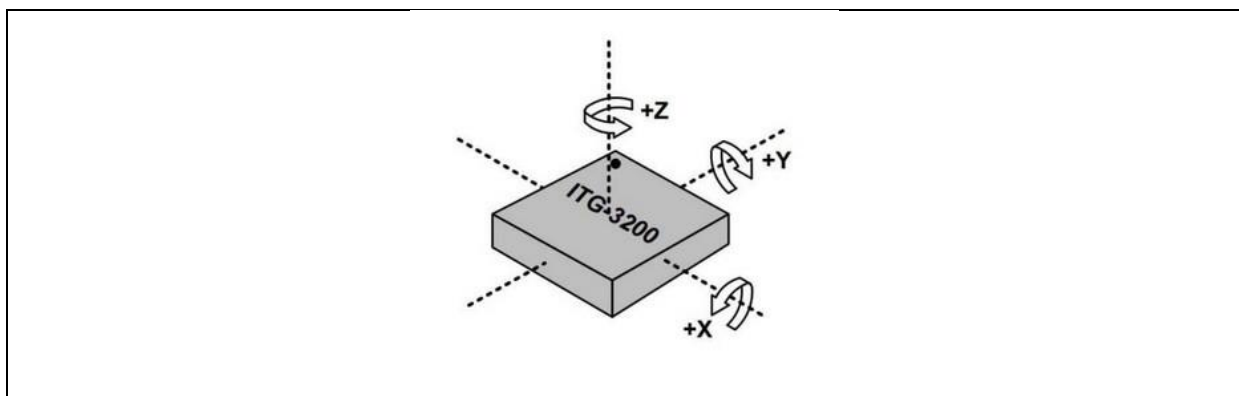
1. Sensor gyro MPU6050 digunakan untuk mendapatkan informasi sudut gimbal dan sensor keseimbangan.
2. Mikrokontroler Arduino UNO digunakan untuk memproses hasil pengukuran sensor gyro dengan kendali PID dan memberikan sinyal input kepada motor servo.
3. *Smartphone* digunakan sebagai kamera yang dapat menampilkan hasil foto atau video dari objek yang diambil gambarnya.
4. Motor servo *pitch* merupakan aktuator untuk menggerakkan gimbal pada sudut *pitch*.
5. Motor servo *yaw* merupakan aktuator untuk menggerakkan gimbal pada sudut *yaw*.
6. Baterai merupakan catu daya untuk menyalakan sistem.



**Gambar 1.** Diagram Blok Perancangan perangkat keras.

### *Modul sensor gyro MPU6050*

Sebagai pendeteksi kemiringan digunakan sensor gyro MPU6050. Sensor MPU merupakan sensor yang mampu mendeteksi sudut dan percepatan atau biasa disebut gyrometer. Seperti penggunaan sensor jenis lain, sebelum digunakan sensor MPU6050 perlu dikalibrasi terlebih dahulu. Kinerja gyrometer ini sangat dipengaruhi oleh suhu. Tegangan yang dibutuhkan untuk dapat bekerja adalah antara 2,375 hingga 3,46 volt.



**Gambar 2.** orientasi sensor MPU6050

### *Perancangan Gimbal*

Gimbal digunakan untuk menggerakkan kamera. Gimbal memiliki dua motor servo yang terletak pada dua titik rotasi rangka (Hadi, 2017). Hal tersebut yang memungkinkan gimbal dapat berotasi pada sumbu *pitch* dan *yaw*. Motor servo yang digunakan pada gimbal adalah jenis mikro servo, karena ringan dan mampu menopang beban hingga 1 kg.

### *Perancangan Perangkat Lunak*

Perangkat lunak pada sistem digunakan untuk proses kontrol dengan membuat program yang akan ditanamkan pada mikrokontroler Arduino UNO (Hadi, 2017). Perancangan

program digunakan *compiler* Arduino. Arduino merupakan *compiler* berbahasa C yang dapat memudahkan pengguna dalam membuat program.

### Pengukuran Sudut Kemiringan

Nilai sudut kemiringan diperoleh dengan cara mengukur percepatan gravitasi dari setiap sumbunya (Dwi, 2018). Nilai percepatan gravitasi yang terbaca disesuaikan dengan besar percepatan gravitasi bumi (1g). Sedangkan sudut kemiringan dihitung berdasarkan pada rumus *Direct Control Matrix*.

Rumus perhitungan normalisasi pembacaan gravitasi di tiap sumbu dapat dilihat pada persamaan 1.

$$|A| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \dots\dots\dots(1)$$

$$A_x = \frac{a_x}{|A|}$$

$$A_y = \frac{a_y}{|A|}$$

$$A_z = \frac{a_z}{|A|}$$

dimana,

$|A|$  = Resultan percepatan gravitasi

$a_{x,y,z}$  = Percepatan gravitasi axis X, Y, Z terukur

$A_{x,y,z}$  = Percepatan gravitasi axis X,Y, Z ternormalisasi

Setelah pembacaan nilai percepatan gravitasi tiap sumbu dinormalisasi, perhitungan sudut kemiringan dilakukan dengan memanfaatkan *Direct Cosine Matrix* sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} X_b^I \\ Y_b^I \\ Z_b^I \end{bmatrix} = R_\gamma R_\rho R_\psi \begin{bmatrix} X_b \\ Y_b \\ Z_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\psi\cos\gamma & \cos\psi\sin\gamma & -\sin\psi \\ \cos\psi\sin\gamma\sin\psi - \cos\psi\cos\psi & \cos\psi\cos\gamma + \sin\psi\sin\gamma\sin\psi & \cos\psi\sin\gamma \\ \cos\psi\sin\gamma\cos\psi + \sin\psi\sin\psi & -\sin\psi\cos\gamma + \sin\psi\cos\psi\sin\psi & \cos\psi\cos\gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_b \\ Y_b \\ Z_b \end{bmatrix} \quad (2)$$

Pada posisi awal sensor didapatkan nilai pembacaan awal *accelerometer* adalah  $X_b = Y_b = 0, Z_b = +1g$ .

Sehingga persamaan diatas akan menjadi persamaan 3.

$$\begin{bmatrix} A_{x1} \\ A_{y1} \\ A_{z1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\psi\cos\phi & \cos\psi\sin\phi & -\sin\psi \\ \cos\psi\sin\phi\sin\psi - \cos\psi\sin\psi & \cos\psi\cos\phi + \sin\psi\sin\psi & \cos\psi\sin\psi \\ \cos\psi\sin\phi\cos\psi + \sin\psi\sin\psi & -\sin\psi\cos\phi + \sin\psi\cos\psi & \cos\psi\cos\psi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Dengan demikian, sudut *pitch* dan *roll* dapat dihitung sebagai berikut:

$$Pitch = \rho = \arcsin(-Ax1) \dots\dots\dots (4)$$

$$Roll = \gamma = \arcsin(Ay1/\cos) \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

*Pitch* =  $\rho$  = Sudut angguk (sudut antara axis X relatif terhadap badan alat)

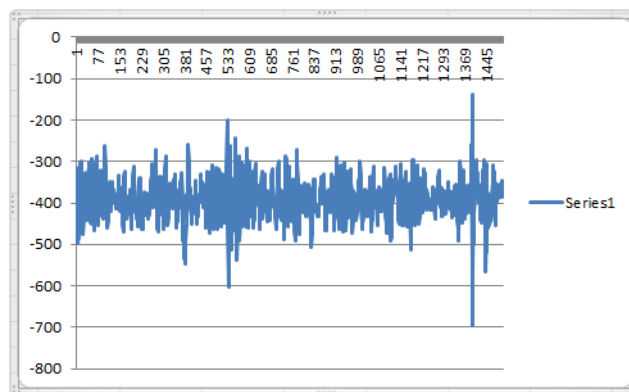
*Roll* =  $\gamma$  = Sudut gulung (sudut antara axis Y relatif terhadap badan alat)

### Program Mengakses Sensor Gyro MPU6050

Sensor MPU6050 memiliki chip DMP, chip ini digunakan untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Protokol komunikasi yang digunakan DMP adalah protokol komunikasi I2C. Port yang digunakan dalam komunikasi diantaranya adalah port SCL dan port SDA. Chip DMP akan memproses informasi dari sensor dengan ADC 16bit, kemudian informasi tersebut dikirim. Untuk mendapatkan informasi sudut dari *accelerometer* (Andri, 2018).

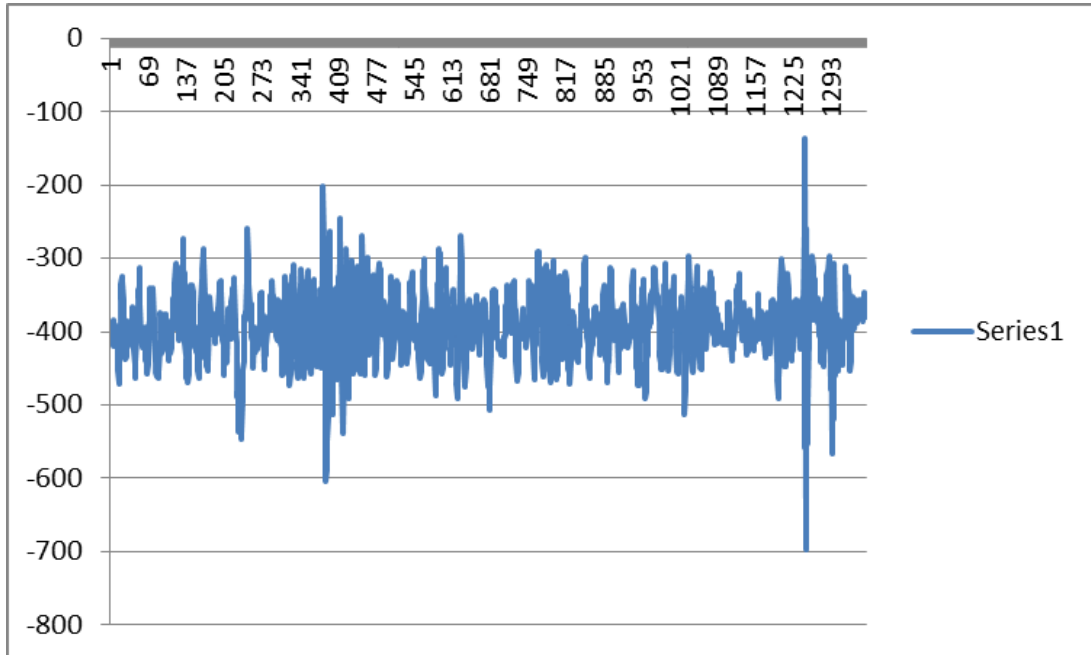
### 3. Hasil

Pada sistem ini digunakan sensor keseimbangan gyroscope MPU-6050, serta menggunakan 2 motor servo, setelah melakukan pengujian didapatkan hasil bahwa kamera akan berada pada posisi yang tetap walaupun tongsis digerak-gerakkan. Karena pada program diterapkan rumus untuk motor servo bagian bawah akan bernilai 180 dikurangi dengan nilai sudut y yang terbaca oleh sensor gyroscope, sedangkan untuk motor servo bagian atas diterapkan rumus penjumlahan antara nilai Y dan X dari pembacaan sensor kemudian dikurangi dengan nilai 180.

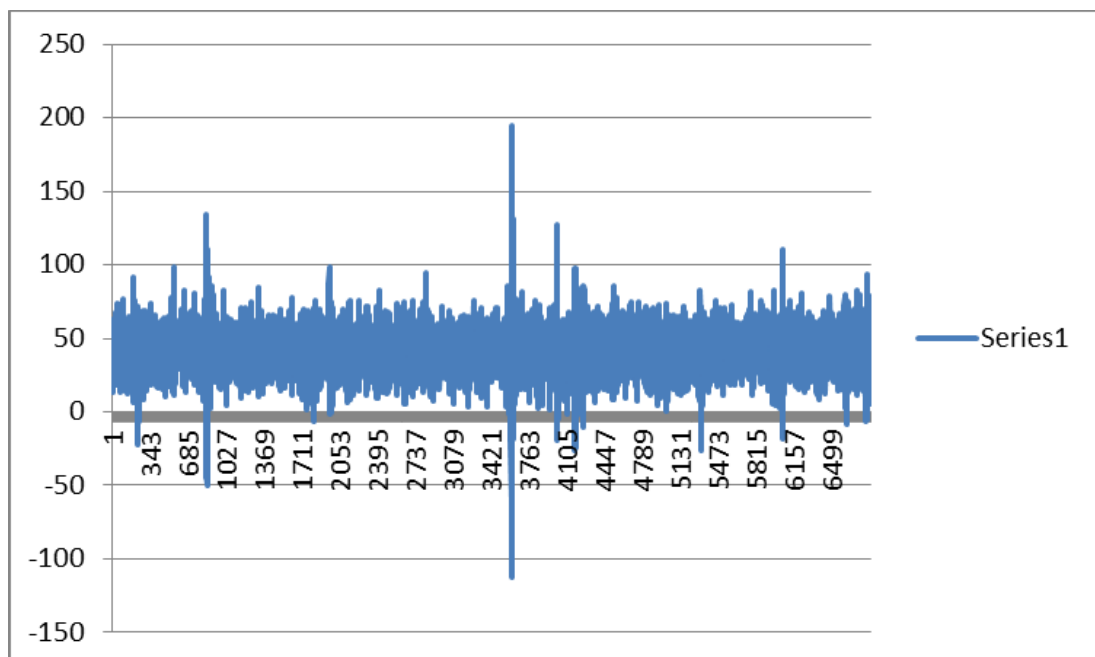


**Gambar 3.** Kalibrasi gyro sumbu X posisi tegak berdiri

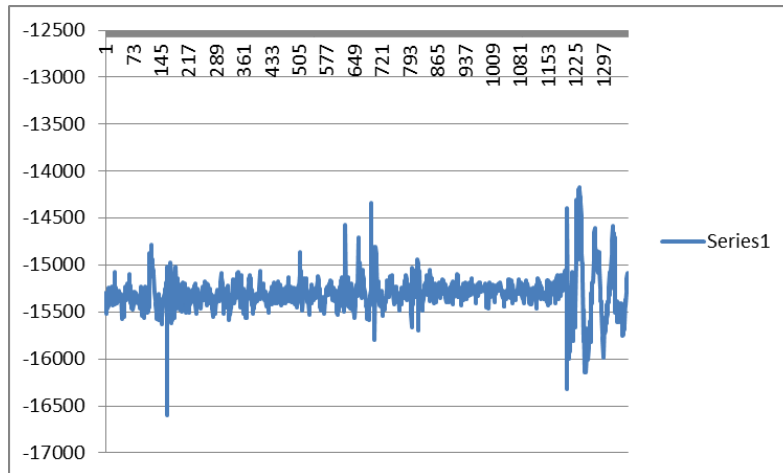
Dengan rumus yang diterapkan tersebut akan didapatkan tongsis yang akan tetap stabil tempatnya.



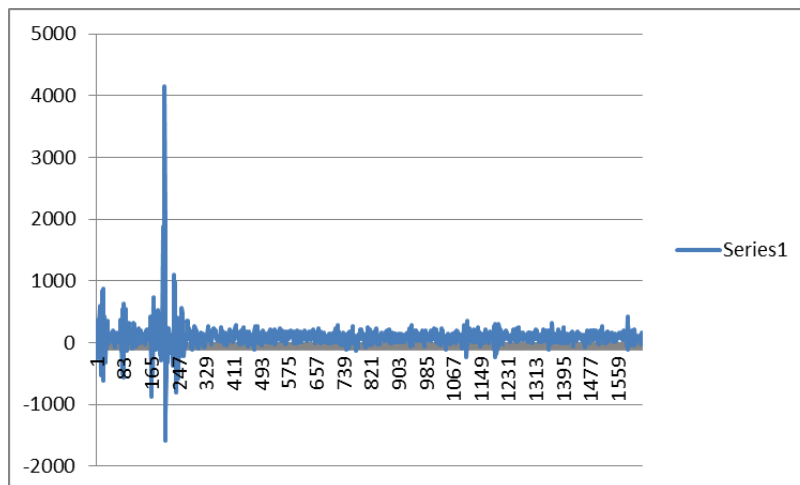
**Gambar 4.** Kalibrasi gyro sumbu Y posisi tegak berdiri



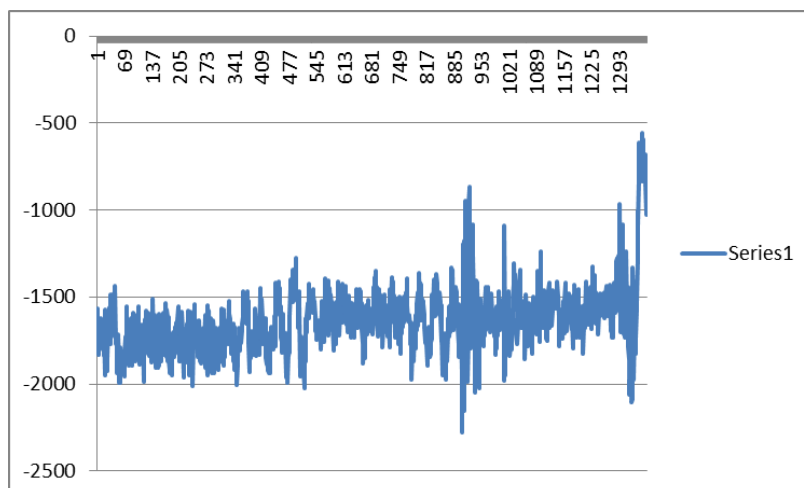
**Gambar 5.** Kalibrasi gyro sumbu Z posisi tegak berdiri



**Gambar 6.** Kalibrasi accelerometer sumbu X posisi tegak berdiri



**Gambar 7.** Kalibrasi accelerometer sumbu Y posisi tegak berdiri



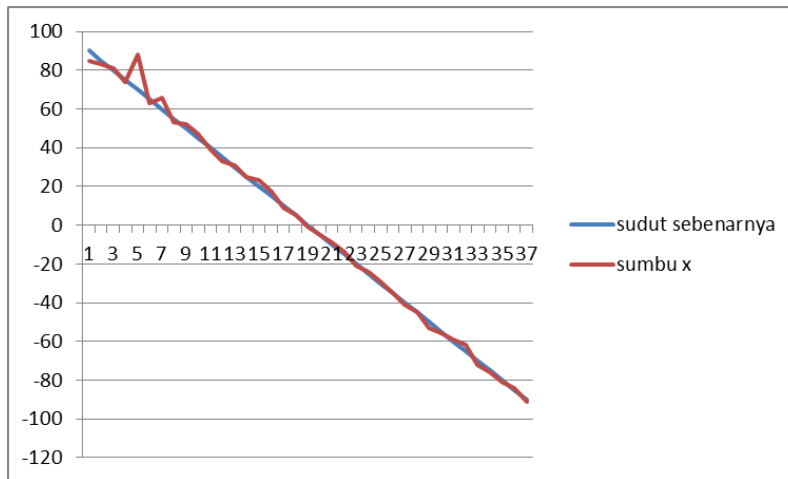
**Gambar 8.** Kalibrasi accelerometer sumbu Z posisi tegak berdiri

Berikut ini adalah data hasil percobaan yang diperoleh. Didapatkan data perbandingan sudut dari setiap sumbu.

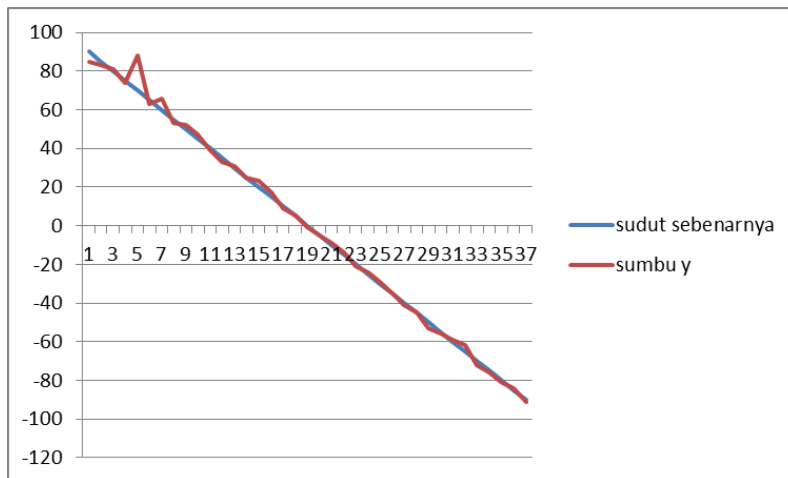
**Tabel 1.** Data Perbandingan 3 sumbu dengan sudut sebenarnya

No.	Sudut (°)	Sumbu X (°)	Sumbu Y (°)	Sumbu Z (°)
1	90	85	87	86,5
2	85	83	81	82
3	80	81	78	79
4	75	74	72	73
5	70	88	69	71
6	65	63	66	67
7	60	66	59	60
8	55	53	57	58
9	50	52	52	55
10	45	47	47	48
11	40	39	39	38
12	35	33	33	32
13	30	31	33	36
14	25	25	26	27
15	20	23	23	25
16	15	17	16	19
17	10	9	9	7
18	5	5	6	7
19	0	-1	-2	-5
20	-5	-5	-6	-6
21	-10	-9	-11	-12
22	-15	-14	-13	-14
23	-20	-21	-23	-25
24	-25	-24	-26	-27
25	-30	-29	-32	-33
26	-35	-35	-32	-34
27	-40	-41	-41	-43
28	-45	-45	-44	-44
29	-50	-53	-52	-54
30	-55	-56	-57	-59
31	-60	-59	-58	-55
32	-65	-62	-62	-63
33	-70	-72	-72	-73
34	-75	-76	-75	-76

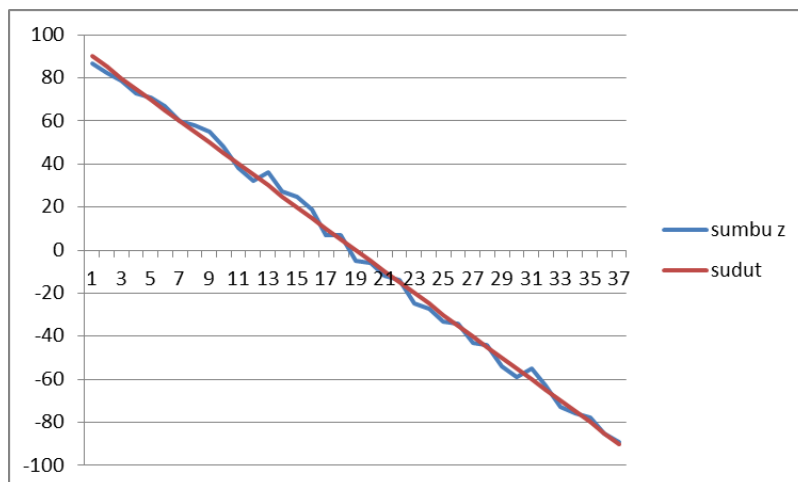




**Gambar 9.** Perbandingan sumbu X dan sudut sebenarnya



**Gambar 10.** Perbandingan sumbu Y dan sudut sebenarnya



**Gambar 11.** Perbandingan sumbu Z dan sudut sebenarnya

## Pengujian Motor Servo

**Tabel 2.** Hasil Kalibrasi Motor Servo

No	0 derajat	90 derajat	180 derajat
1	10	100	190
2	5	95	185

Dari grafik data hasil kalibrasi dapat dijelaskan bahwa kalibrasi gyrometer dan accelerometer dalam posisi tegak berdiri mempunyai kestabilan yang kurang optimal dan mempunyai noise yang dapat dilihat pada grafik. Setiap sumbu memiliki perbedaan dalam kestabilan kalibrasinya. Setelah dilakukan kalibrasi dengan tuning PID, Grafik pengujian posisi motor pada masing-masing sumbu menunjukkan angka error yang kecil, dengan angka simpangan maksimum sebesar 5 derajat, dan simpangan rata-rata sebesar 2,1 derajat.

## 4. Kesimpulan

Untuk memperoleh kinerja sistem yang diharapkan, kalibrasi motor servo dilakukan setelah memperoleh data performa awal. Setelah motor servo dikalibrasi maka motor servo bekerja dengan baik, dengan angka error yang kecil dan dapat menstabilkan kamera. Untuk pengembangan sistem lebih lanjut dapat dipasang *magnetometer* sebagai umpan balik pada proses pengukuran sudut *yaw*, sehingga sumbu z pada gyroscope alat ini dapat diukur. Masih terdapatnya delay respon dari motor untuk menstabilkan posisi dapat diatasi dengan menggunakan jenis sensor yang lebih sensitive dan motor servo yang lebih responsive.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hadi Sholihul. Mokh., Syafiq Ubaidilah, Rizky Asillia Puspita Sari, Dwi Puri Fatmala. 2017. Sistem Kendali Otomatis Mesin Penetas Telur Menggunakan Kontroler PID. TEKNO Vol. 27 No 1
- Hadi Sholihul. Mokh., Alfin Firmansyah, Fatma Cahyaningrum, Ahmad Sariful Anwar, Dwi Arini Mufarichah. 2018. Sistem Penjernih Air Limbah Rumah Tangga Dengan Kendali PID Berbasis Arduino. TEKNO Vol. 28 No 1
- Dwi Vamiko. Alfrian. 2018, "*Sistem Stabilisator Shooting Point Kamera Pada Gimbal 3 Axis Dengan Metode Fuzzy*". [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44776126/3003-5586-1-SM.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1512118637&Signature=RUIJ%2F7ipx8Us3hMwKgMdGsvb%2Fg%2Fs%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DSistem\\_Stabilisator\\_Shooting\\_Point\\_Kamer.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44776126/3003-5586-1-SM.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1512118637&Signature=RUIJ%2F7ipx8Us3hMwKgMdGsvb%2Fg%2Fs%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DSistem_Stabilisator_Shooting_Point_Kamer.pdf), diakses November 2018

Andri Prasetyo. Muhamad. 2018 , “*Mengontrol Putaran Servo dengan GY-521 (MPU-6050)*”, <http://www.boarduino.web.id/2016/02/mengontrol-putaran-servo-dengan-gy-521.html>, diakses Desember 2018