

# RANCANG BANGUN ALAT PENGATUR ARAH KAMERA BERDASARKAN PERGERAKAN KEPALA BERBASIS SENSOR GYROSCOPE

## DESIGN OF REGULATORS BASED CAMERA MOVEMENT DIRECTION SENSOR-BASED HEAD GYROSCOPE

<sup>1</sup>Muhammad Rio Chandra, <sup>2</sup>Mas Sarwoko Suraatmadja, <sup>3</sup>Ramadhan Nugraha

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom  
Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

[riochandra@students.telkomuniversity.ac.id](mailto:riochandra@students.telkomuniversity.ac.id) [swkknk@telkomuniversity.ac.id](mailto:swkknk@telkomuniversity.ac.id) [ramdhan@telkomuniversity.ac.id](mailto:ramdhan@telkomuniversity.ac.id)

---

### Abstrak

Seiring dengan perkembangan zaman, perkembangan teknologi robotika saat ini di bidang industri juga terus semakin berkembang. Teknologi robotika dibidang industri digunakan untuk mempermudah pekerjaan. Salah satu contoh dalam hal pengawasan area sekitar untuk keamanan.

Pada tugas akhir ini penulis akan merancang bangun alat pengatur arah kamera yang dapat mengikuti gerak kepala untuk mengawasi area sekitar. Sistem ini berfungsi untuk mengarahkan motor servo kearah tertentu berdasarkan arah pandang dari si pengguna menggunakan sensor Gyroscope. Untuk komunikasi antara sensor Gyroscope dengan kamera akan menggunakan Xbee dan juga menggunakan mikrokontroler Arduino f10.

Hasil dari alat yang telah dibuat menghasilkan akurasi yang cukup tinggi yaitu 96,74%. Untuk hasil akurasi pitch yaitu 95,77% dan akurasi yaw yaitu 95,88%..

Kata Kunci : *gyroscope, xbee, arduino, head tracking*

---

### Abstract

Along with the times, the development of robotics technology is currently in the industry also continues to grow. In industrial robotics technologies used to facilitate the work. One example in the case of monitoring an area for security.

In this thesis the author will design the wake regulator at the camera to follow the motion of the head to monitor the surrounding area. This system serves to drive the servo motors certain direction based on the direction of view of the users using Gyroscope sensor. Gyroscope sensor for communication between the camera will use the XBee and also using the Arduino microcontroller f10.

Results of the tools that have been made to produce high accuracy is 96.74%. For the results of which 95.77% accuracy pitch and yaw accuracy is 95.88%..

Keywords: *gyroscope, xbee, arduino, head tracking*

---

### 1. Pendahuluan

Saat ini, perkembangan teknologi informasi membuat kehidupan kita menjadi semakin mudah, salah satunya banyak sekali penelitian dibidang teknologi, yang membantu dalam berbagai bidang kehidupan, salah satunya dalam ruang lingkup sekitar yang sering terjadi sebuah tindakan kriminalitas dan kurangnya pengawasan dalam terjadinya musibah. Dalam hal ini penulis terinspirasi sebuah alat yang dapat membantu untuk memenuhi kebutuhan sumber daya manusia, dan alat tersebut sudah ada yang bernama *Head Tracking*.

*Head Tracking* adalah Alat yang dapat mendeteksi pergerakan kepala. Dimana alat tersebut digunakan untuk mendeteksi setiap pergerakan kepala, dengan respon pergerakan kepala tersebut dapat di gabungkan dengan alat lainnya seperti mengawasi dari jarak jauh menggunakan kamera sesuai pergerakan kepala.

Dari hal tersebut akan merancang prototype dari *Head Tracking*. Seperti yang sudah dibahas sebelumnya, ini merupakan pengembangan dari alat kendali kamera yang di letakan luar jangkauan. Untuk dapat mengawasi ruang lingkup yang tidak dapat di jangkau oleh penglihatan manusia.

**2. Metode Penelitian**

**2.1 Head Tracking**

*Head Tracking* merupakan suatu proses penelusuran dan pendeteksi pose dan pergerakan kepala, termasuk wajah, oleh sistem berbasis komputer dengan menggunakan inputan video yang selanjutnya digunakan untuk kebutuhan tertentu. Dengan implementasi *head tracking*, diman bisa didapatkan fitur atau ciri yang dibutuhkan, dimungkinkan untuk dilakukan analisis terhadap pergerakan tersebut lebih lanjut sesuai dengan kebutuhan tertentu. Dalam banyak aplikasi *Computer Vision* seperti sistem biometrik ekspresi wajah (*face recognition system*), teleconference, dan pengenalan ekspresi wajah, *head tracking* merupakan elemen penting pendukung sistem tersebut.

**2.2 Gyroscope**

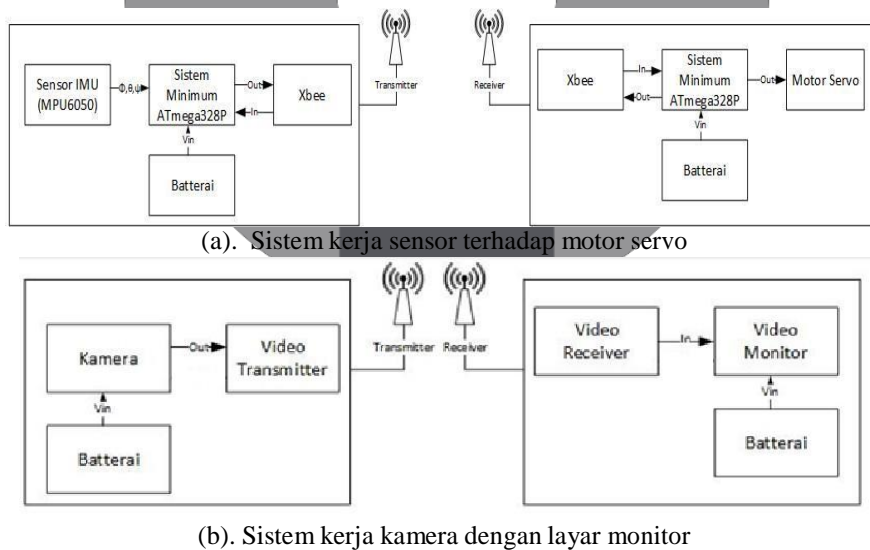
*Gyroscope* sebuah roda berat yang berputar pada jari-jarinya, yang bekerja berlandas pada prinsip-prinsip momentum sudut. Sebuah *gyroscope* mekanis terdiri dari sebuah roda yang diletakkan pada sebuah bingkai. Roda ini berada di sebuah batang besi yang disebut dengan poros roda. Ketika *gyroscope* digerakkan, maka ia akan bergerak mengitari poros tersebut. Poros tersebut terhubung dengan lingkaran-lingkaran yang disebut gimbal. Gimbal tersebut juga terhubung dengan 10 gimbal lainnya pada dasar lempengan. Jadi saat piringan itu berputar, unit *gyroscope* itu akan tetap menjaga posisinya saat pertama kali dia diputar. Output yang dihasilkan oleh *gyroscope* berupa kecepatan sudut yang pada sumbu x akan menjadi phi ( $\Phi$ ), sumbu y menjadi theta ( $\theta$ ), dan sumbu z menjadi psi ( $\Psi$ ).

**2.3 Dc to Dc Step down**

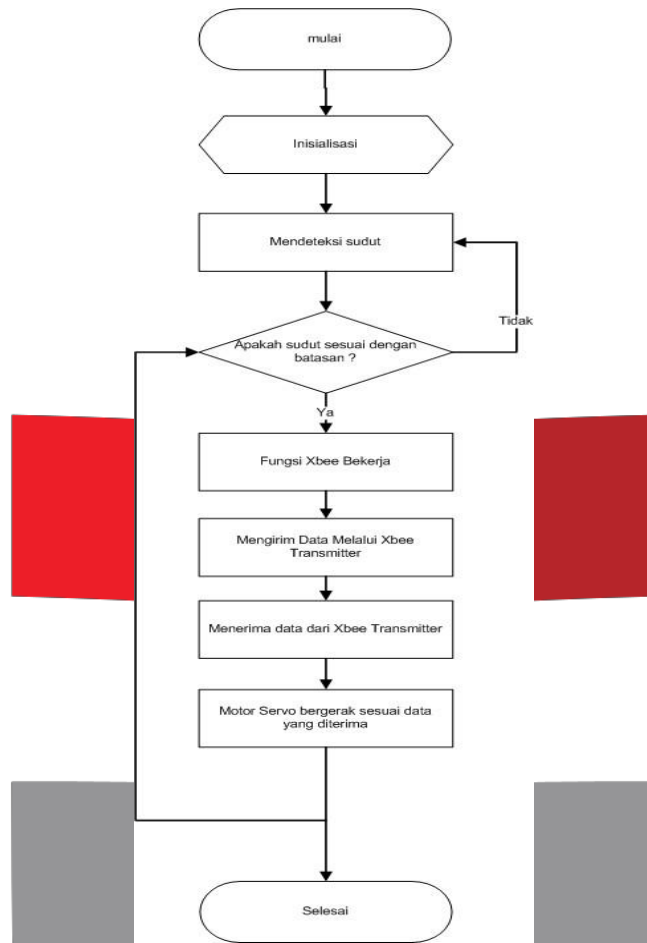
DC to DC *step down* merupakan suatu rangkaian elektronika yang mengubah tegangan sumber DC menjadi tegangan sumber DC yang lebih kecil level tegangannya. DC to DC *step down* digunakan untuk mengubah tegangan output dari sumber baterai sebesar 12v menjadi 5v output yang nantinya digunakan sebagai catuan sumber sistem yang dibuat

**3. PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISIS**

Perancangan dan implementasi dari sistem dalam tugas akhir ini meliputi gambaran umum sistem, bentuk fisik *head tracking*, dan penjelasan tentang perancangan mendapat ketepatan sudut dari sensor. Pada bab ini akan dijelaskan tentang bagaimana proses untuk respon ketepatan sudut pada sensor IMU dan komunikasi xbee Tabel 3.1 Pengujian sistem



Gambar 1 Diagram Blok Sistem



Gambar 2 Flowchart Kerja Sistem

### 3.1 Perhitungan Nilai Sensor

Pada bagian ini akan dibahas cara mendapatkan nilai sudut secara dasar yang didapat dengan cara menurunkan sudut terhadap waktu, karena pada keluaran nilai pada sensor IMU berupa sudut. Dalam tugas akhir tidak membahas secara detail ini hanya sebatas pengimplementasiannya. Perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan nilai dengan persamaan 3.1 – 3.4 dan persamaan 3.5 – 3.8 berikut:

Dalam implementasinya, gerak dibagi menjadi dua, yaitu gerak lurus dan gerak rotasi. Gerak lurus memiliki persamaan :

$$V = \frac{ds}{dt} \tag{3.1}$$

$$a = \frac{dv}{dt} \tag{3.2}$$

Gerak rotasi memiliki persamaan :

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \tag{3.3}$$

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} \tag{3.4}$$

Dimana ds dan dθ adalah perubahan jarak, sedangkan dv dan dω adalah perubahan kecepatan. Dari persamaan 3.3 dan 3.4 akan digunakan sebagai referensi untuk melakukan perhitungan, karena pada dasar outputnya dari sensor yang

digunakan adalah sudut. Dari persamaan 3.3 dan 3.4 dapat ditulis seperti pada persamaan 3.5 hingga 3.8 dalam implementasi perhitungan pada sistem.

$$\omega\phi x = \frac{d\phi}{dt} = \frac{(\phi - \phi_{sebelumnya})}{dt} \tag{3.5}$$

$$\alpha\phi x = \frac{d\omega\phi x}{dt} = \frac{(\omega\phi x - \omega\phi x_{sebelumnya})}{dt} \tag{3.6}$$

$\phi x = x$  // pengaturan sudut saat ini sebagai sudut sebelumnya.  
 $\omega\phi x = X$  // pengaturan kecepatan saat ini sebagai kecepatan sebelumnya.  
 $\omega\theta y = \frac{d\theta}{dt} = \frac{(\theta - \theta_{sebelumnya})}{dt} \tag{3.7}$

$$\alpha\theta y = \frac{d\omega\theta y}{dt} = \frac{(\omega\theta y - \omega\theta y_{sebelumnya})}{dt} \tag{3.8}$$

$\theta y = y$  // pengaturan sudut saat ini sebagai sebelumnya.  
 $\omega\theta y = Y$  // pengaturan kecepatan saat ini sebagai kecepatan sebelumnya.  
 Dimana kecepatan baik  $V\phi x$  atau  $V\theta y$  :  
 jika  $\omega\phi x$  atau  $\omega\theta y < 0$  maka  
 $\omega\phi x = -\omega\phi x$        $\omega\theta y = -\omega\theta y$  hal ini dibuat agar nilai kecepatan tidak negative.

Keterangan :

- $\Phi x$  = sudut x
- $\theta y$  = sudut y
- $\omega\phi x$  = kecepatan sudut x
- $\omega\theta y$  = kecepatan sudut y
- $\alpha\phi x$  = percepatan sudut x
- $\alpha\theta y$  = percepatan sudut y

- x = sudut x sebelumnya
- y = sudut y sebelumnya
- X = kecepatan sudut x sebelumnya
- Y = kecepatan sudut y sebelumnya
- dt = delay sampling MPU6050

#### 4. Pengujian Dan Analisis Sistem

##### 4.1 Pengujian Sensor

Untuk mengetahui hasil pembacaan sudut, kecepatan sudut, dan percepatan sudut berdasarkan waktu. Berikut hasil pembacaan sensor secara I2C, terlihat dari gambar bahwa I2C berhasil terhubung antara sensor MPU6050 dengan mikrokontroler ATmega328P. Alamat pin yang digunakan adalah pin 4 (serial data) dan pin 5 (serial clock). MPU6050 secara default menggunakan Address 0x68. Nilai Baud rate yang dipakai 57600. Data yang ditampilkan keluaran raw dijadikan sudut.



Gambar 4 Hasil sudut dengan sensor MPU6050

##### 4.2 Pengujian Motor Servo

Untuk mengetahui nilai sudut dari motor servor berdasarkan dari nilai PWM apakah berfungsi dengan baik atau tidak. Hasil pengujian pada motor servo :

**Tabel 1 Hasil Pengujian Motor Servo**

Pengujian ke-n	Nilai PWM (Skala 0-255)	Nilai Sudut
1	0	0
2	64	45
3	127	90
4	191	135
5	255	180

Dari table 1 dapat dilihat dari pengujian dengan nilai PWM yang berbeda memberikan hasil sudut motor servo yang berbeda juga sehingga motor servo tersebut dapat dikatakan berfungsi dengan baik.

**4.3 Pengujian Nilai Sudut**

Untuk mengetahui respon algoritma yang dibuat agar mengetahui keberhasilan sistem dalam mendeteksi sudut dan tingkat error yang ada, seperti terjadi sebuah tidak sesuaian dalam pergeseran kepala baik sisi kanan maupun sisi kiri dan juga pergerakan kepala baik sisi atas maupun sisi bawah. Pembaca nilai sudut atas dan bawah :

**Tabel 2 Nilai Sudut Atas Dan Bawah**

Sudut Referensi	Pengujian Ke-N	Sudut Terbaca
-45	1	-45
	2	-43
	3	-40
	4	-45
	5	-45
	6	-42
	7	-45
	8	-41
	9	-40
	10	-45
0	1	1
	2	3
	3	0
	4	0
	5	2
	6	5
	7	1
	8	0
	9	0
	10	4
45	1	44
	2	41
	3	45
	4	45
	5	40
	6	42
	7	44
	8	45
	9	42
	10	45

Data yang tercantum di tabel 2 merupakan data yang sudah diuji coba menggunakan *device head tracking* yang telah dibuat.

Tabel 3 Nilai Sudut Kanan Dan Kiri

Sudut Referensi	Pengujian Ke-N	Sudut Terbaca
-90	1	-90
	2	-85
	3	-79
	4	-80
	5	-86
	6	-90
	7	-87
	8	-90
	9	-88
	10	-90
0	1	0
	2	2
	3	5
	4	0
	5	1
	6	0
	7	3
	8	2
	9	0
	10	3
90	1	87
	2	90
	3	90
	4	87
	5	80
	6	83
	7	85
	8	90
	9	81
	10	90

Data yang tercantum di tabel 3 merupakan data yang sudah diuji coba menggunakan *device head tracking* yang telah dibuat.

#### 4.4 Pengujian Transmitter Dan Receiver Kamera

Untuk mengetahui hasil jarak yang dapat dijangkau oleh *Receiver* sebagai menerima sinyal frekuensi yang dikirimkan oleh *Transmitter*. Berikut hasil pembacaan *transmitter* dan *receiver* yang dilakukan untuk mengetahui jarak yang dapat dijangkau hingga mencapai jarak maksimum.

Table 1.4 Hasil Jarak Transmitter Dan Receiver Line Of Sight

Pengujian Ke-N	Jarak Ditempuh Tanpa Halangan	Keterangan
1	1m	Ok
2	50m	Ok
3	75m	Ok
4	250m	Ok

5	500m	Ok
6	750m	Loss
7	1Km	Loss

Dari hasil ujicoba jarak transmitter dan receiver line of sight memiliki jarak maksimum kurang lebih 500 meter.

**Table 4.2 Hasil Jarak Transmitter Dan Receiver Non Line Of Sight**

Pengujian Ke-N	Jarak Ditempuh Dengan Halangan	Keterangan
1	10m	OK
2	15m	OK
3	25m	OK
4	30m	OK
5	40m	Loss
6	70m	Loss
7	100m	Loss

Dari hasil ujicoba jarak transmitter dan receiver non line of sight memiliki batas maksimum kurang lebih 30 meter.

### 5. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian dan analisis terhadap sistem pergerakan kepala, dapat ditarik beberapa kesimpulan seperti berikut:

1. Respon pada sistem sangat baik dalam penggunaannya dapat menghasilkan sudut yang sesuai dengan pergerakan kepala disaat pergerakan berpindah, namun alat ini tidak dapat mendeteksi saat berpindah tempat.
2. Dari hasil yang didapatkan pada pengujian, masukan dari sensor IMU MPU6050 yang mempengaruhi sistem adalah nilai sudut.
3. Akurasi sistem dalam pendeteksi sudut pada percobaan mencapai angka 96,74% dari 60 data percobaan, serta kegagalan pada sistem hingga 3,26% dari total 60 data. Dengan tingkat akurasi masing-masing sudut sebagai berikut :
  - i. Sudut ke bawah keberhasilan 95,77% dan eror 4,23%
  - ii. Sudut tetap atas dan bawah keberhasilan 98,30% dan eror 1,70%
  - iii. Sudut ke atas keberhasilan 96,22% dan eror 3,78%
  - iv. Sudut ke kanan keberhasilan 96,11% dan eror 3,89%
  - v. Sudut tetap kanan dan kiri keberhasilan 98,20% dan eror 1,80%
  - vi. Sudut ke kiri keberhasilan 95,88% dan eror 4,12%
4. Ketepatan sistem dalam mendeteksi dengan jarak yang cukup jauh dapat dipastikan tidak bekerja, dikarenakan XBee tersebut tidak memiliki antenna dan hanya dapat merespon dengan jarak tertentu. Sinyal yang ada di sekitar ruangan maupun diluar sangat mempengaruhi sinyal kiriman XBee seperti sinyal wireless dan sinyal lainnya. Dapat dipastikan pada saat pengiriman data lewat komunikasi wireless terdapat sebuah delay/error yang tidak dapat dipastikan terjadi dan tidak terjadi dalam pengiriman data tersebut.
5. Dari data yang didapatkan terdapat error, karena nilai sensor yang didapat berubah-ubah nilainya.
6. Rata-rata percobaan yang dilakukan dari beberapa subjek memiliki keberhasilan yang besar dan percobaan yang menghasilkan error lebih kecil.
7. Transmisi data oleh kamera menghasilkan data yang lebih bagus dibandingkan XBee.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] P. Martins, Active Appearance Models for Facial Expression Recognition and Monocular Head Pose Estimation, Portugal: Department of Electrical And Computer Engineering, Faculty of Sciences and Technology, University of Coimbra, 2008.
- [2] Steven M. LaValle, "Head Tracking for the Oculus Rift," *IEEE International Conference on Robotics & Automation (ICRA)*, p. 187, 2014.
- [3] "Arduino," Arduino, 2016. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardFio>. [Accessed 12 4 2016].
- [4] M. Royyan zahir, "Implementasi Kalman Filter Dan Kontroler Pid Untuk Robot Pendulum Terbalik.," in *IMPLEMENTATION OF KALMAN FILTER AND PID CONTROLLER FOR INVERTED PENDULUM ROBOT*, Indonesia, Telkom University, 2015, pp. 9-10.
- [5] A. Shkel, MEMS Vibratory Gyroscopes: Structural Approaches to Improve Robustness, Irvine, California: Springer Sains, 2009.
- [6] M. Firmansyah, "RANCANG BANGUN SISTEM FALL DETECTION UNTUK ORANG LANJUT USIA BERBASIS MIKROKONTROLER," in *DESIGN OF FALL DETECTION SYSTEM FOR ELDERLY PEOPLE BASED ON MICROCONTROLLER*, Indonesia, Telkom University, 2016, pp. 9-11.
- [7] "MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.4," *InvenSense Inc.*, p. 7, 19 September 2013.
- [8] S. farahani, Zigbee Wireless Network And Tranceivers, Burlington, USA: ELSEVIER, 2008.
- [9] "Digi," Digi International Inc, 1996-2016. [Online]. Available: <http://www.digi.com/products/xbee-rf-solutions/modules/xbee-802-15-4#overview>. [Accessed 12 4 2016].
- [10] XBee / XBee-PRO RF Modules, US: Digi International, 2005.
- [11] "MassiveRC," 2016. [Online]. Available: <http://www.massiverc.com/Shop/en/602-elgae-160-fov-camera-and-200mw-32-ch-vtx-combo.html>. [Accessed 12 4 2016].
- [12] A. K. P. Viraj, "ANALYSIS OF SWITCHED CAPACITOR DC-DC STEP DOWN CONVERTER," *IEEE Circuits and Systems, 2004. ISCAS '04. Proceedings of the 2004 International Symposium on*, vol. V, 2004.
- [13] T. U. Sane, "Implementation of Dynamic Source Routing using 802.15.4 on XBee Series 1 Modules," *IEEE SoutheastCon 2015*, 2015.
- [14] H.-w. Wang, "Algorithm of roll, pitch and yaw angular velocity for three-axis gyroscope," *IEEE Environmental Science and Information Application Technology (ESIAT), 2010 International Conference on*, vol. II, 2010.
- [15] M. Pedley, "Tilt Sensing Using a Three-Axis Accelerometer," *Freescale Semiconductor*, 2007-2009.
- [16] J. D. Hol, "A new algorithm for calibrating a combined camera and IMU sensor unit," *IEEE Control, Automation, Robotics and Vision, 2008. ICARCV 2008. 10th International Conference on*, 2008.