

## IMPLEMENTASI SENSOR AKSELEROMETER PADA LENGAN MANUSIA UNTUK MENGENDALIKAN PERGELANGAN LENGAN ROBOT

Achmad Rizal Zakaria<sup>1</sup>, Wijaya Kurniawan<sup>2</sup>, Dahnia Syauqy<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya (UB)  
Jl. Veteran No 8, Malang 65145, Indonesia

Email: <sup>1</sup>rizalachmad352@gmail.com, <sup>2</sup>wjaykurnia@ub.ac.id, <sup>3</sup>dahnial87@ub.ac.id

### Abstrak

Robot lengan atau yang lebih dikenal dengan Manipulator Robot adalah salah satu jenis robot yang paling banyak digunakan oleh masyarakat industri. Robot lengan umumnya dikontrol menggunakan *joystick* maupun dengan tombol. Penulis ingin merancang sebuah sistem kontrol robot lengan dengan memanfaatkan sensor akselerometer yang dipadukan dengan mikrokontroler arduino UNO. Robot manipulator akan dikontrol oleh tangan dan lengan manusia sehingga robot dapat mengikuti pergerakan tangan dan lengan. Implementasi perangkat keras mikrokontroler sesuai dengan perancangan rangkaian pada mikrokontroler menggunakan 2 modul sensor akselerometer MPU6050, Arduino Nano, serta kabel sebagai media pengiriman data. Mikrokontroler ini sebagai penerima data dari sensor akselerometer 1 dan 2 yang kemudian akan diolah dan menghasilkan *output* yang akan berakhir pada robot manipulator. pengujian peletakan sensor yaitu untuk mengetahui nilai dari setiap posisi sensor pada lengan dan untuk mengetahui posisi yang pas untuk meletakkan sensor akselerometer. Pada pengujian ini nilai yang dihasilkan dapat berubah-ubah, saat sensor diletakkan diletakkan dilengan pada jarak 10cm dari bahu yaitu 151<sup>o</sup>-152<sup>o</sup>, 18cm dari bahu 157<sup>o</sup>-158<sup>o</sup>. ini disebabkan karena sensor akselerometer mpu6050 memiliki sensitivitas yang tinggi ketika terpasang pada benda bergerak, nilai sensor dapat berubah dengan cepat meskipun benda tersebut hanya bergerak sedikit..

**Kata kunci:** Robot manipulator, Sensor akselerometer MPU6050, Arduino nano

### Abstract

*Robot arm or commonly known as Robot Manipulator is one types of robot that mostly used by the industrial society. Robot arm is generally controlled by a joystick and button. The inventor wanted to design a robot arm control system using sensors accelerometer combined with microcontroller Arduino UNO. Robot manipulator will be controlled by a human hand and arm so that the robot can follow the movements of the hand and arm. Microcontroller hardware implementation is suitable with the design in the microcontroller which uses 2 modules MPU6050 accelerometer sensor, an Arduino Nano, also cable as a medium for data transmission. This microcontroller as the data receiver from the accelerometer sensor 1 and 2 which then being processed and produced by output that will end on the robot manipulator. Test placing of sensor aims to determine the value of each sensor position on the arm and to know the right position to put the accelerometer sensor. In this test the result value can change, when the sensor is placed on the arm at a distance of 10cm from shoulder is 151<sup>o</sup> -152<sup>o</sup> , 18cm from shoulder 157<sup>o</sup> -158<sup>o</sup> . This is because the accelerometer sensor mpu6050 has high sensitivity when mounted on a moving object, the sensor values can change quickly even though the object is only moving little bit.*

**Keywords:** Manipulator robot, Akselerometer sensor MPU6050, Arduinonano

### 1. PENDAHULUAN

Robot lengan atau yang lebih dikenal dengan Manipulator Robot adalah salah satu jenis robot yang paling banyak digunakan oleh masyarakat industri. Ataupun sering dikatakan sebaliknya sebuah robot manipulator industri umumnya sering disebut sebagai lengan robot, dengan link dan sendi. Manipulator robot yang meniru karakteristik lengan manusia disebut juga lengan diartikulasikan. Semua sendi mereka *rotary* (atau *revolute*). Walaupun demikian, gerakan diartikulasikan lengan robot berbeda dari gerakan lengan manusia. Sementara sendi robot memiliki derajat lebih sedikit kebebasan atau disebut

derajat kebebasan atau *Degree of Freedom* (DOF) (Syam, 2015).

Mengontrol robot lengan dengan menggunakan sensor akselerometer dapat mempermudah kegiatan manusia di area industri maupun di tempat berbahaya yang sulit dijangkau. Sensor akselerometer MPU6050 merupakan salah satu sensor yang dapat membaca derajat gerakan dari suatu objek. Sensor akselerometer MPU6050 memiliki 3 sumbu gerakan yang dapat digunakan dalam membaca nilai objek. Menggunakan 3 sumbu X, Y, Z dari sensor akselerometer mpu6050 tersebut dapat memberikan nilai pola sudut akrobat gravitasi dari setiap gerakan yang dilakukan manusia. Manusia akan dengan mudah mengontrol robot lengan dengan

menggunakan tangan dan lengan mereka untuk mengontrol robot tersebut

## 2. DASAR TEORI

### 2.1. Robot Lengan

Merupakan bagian atau anggota badan robot selain sistem roda atau kaki. Bagian tangan ini dikenal sebagai manipulator yaitu sistem gerak yang berfungsi untuk memanipulasi (memegang, mengambil, mengangkat, memindah, atau mengolah) obyek. Pada robot industri fungsi mengolah ini dapat berupa perputaran (memasang mur-baut, mengebor/drilling, milling, dll. Pada robot manipulator capit memiliki derajat kebebasan terdiri dari 4 DOF yaitu kedudukan untuk berputar, lengan sebelah kanan untuk memajukan lengan, lengan sebelah kiri untuk mengangkat lengan dan baian depan untuk mencapit.

### 2.2 Komunikasi I2C (Inter Integrated Circuit)

I2C yang kepanjangan dari Inter-Integrated Circuit merupakan protokol komunikasi serial sinkron dengan dua kabel yaitu SDA (Serial Data) dan SCL (Serial Clock). SDA merupakan data serialnya dan SCL adalah jalur clock sinkronisasinya. I2C membutuhkan 2 koneksi kabel untuk melakukan komunikasi device. Meskipun pada perangkat utama tidak bisa berkomunikasi satu sama lain melalui dalam 1 jalur bus dan harus bergantian menggunakan jalur bus tersebut. Untuk arduino terdapat library tersendiri yang digunakan untuk menangani protokol serial sinkronisasi secara I2C yaitu "Wire.h" (Saptaji, 2015).

### 2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah komputer mikro dalam satu chip tunggal. Mikrokontroler memadukan CPU, ROM, RWM, I/O paralel, I/O seri, counter-timer, dan rangkaian clock dalam satu chip. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data.

Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Arduino Nano. Arduino Nano adalah board yang menggunakan mikrokontroler Atmega328, board ini memiliki 14 digital I/O, 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB dan tombol reset. Arduino Nano menggunakan koneksi USB sebagai penghubung ke komputer sekaligus sumber tegangan didapatkan dari komputer atau sumber tegangan bisa dari adaptor AC-DC 5volt agar dapat beroperasi. (Arduino, 2016).

### 2.4 Sensor Akselerometer MPU6050

Sensor Akselerometer merupakan modul sensor yang mempunyai digital output yang dapat diakses melalui komunikasi I2C, memiliki konsumsi daya rendah antara 2,375 V ~ 3,46 V. Modul sensor ini memadukan fungsi giroskop dan akselerometer dalam satu sirkuit terpadu (IC / integrated circuit). Pada fungsi giroskop memiliki sumbu X, Y, Z begitupun pada fungsi akselerometer memiliki sumbu X, Y, Z, dengan digabungkannya akselerometer dan giroskop dalam satu sirkuit terpadu menyebabkan pendeteksian gerakan menjadi lebih akurat.

## 3. METODOLOGI

### 3.1 Analisa Kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan tahap yang bertujuan untuk menganalisa semua perangkat yang diperlukan oleh sistem yang dibangun. Baik terkait analisis untuk perangkat lunak dan perangkat keras. Analisa kebutuhan ditujukan untuk melakukan analisis pada beberapa kebutuhan yang diperlukan sistem pada penelitian. Analisa kebutuhan pada penelitian ini dibagi menjadi beberapa kebutuhan sebagai berikut.

Kebutuhan Fungsional Sistem :

- Fungsi membaca nilai posisi dari tangan dan lengan tangan dengan sensor akselerometer.
- Fungsi mampu mengirim data dari sensor ke mikrokontroler.
- Fungsi mampu mengontrol robot dari sensor akselerometer.

Kebutuhan Perangkat Keras :

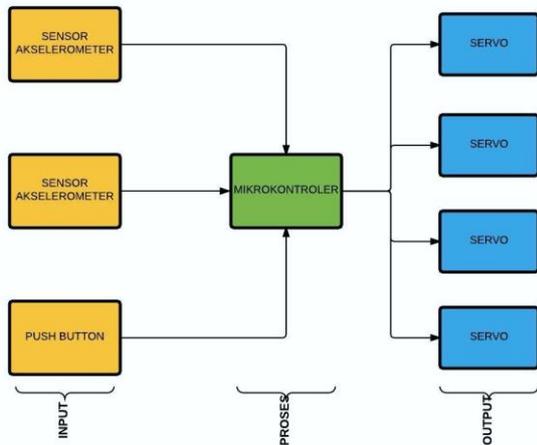
- 1 buah mikrokontroler arduino nano
- 3 buah sensor akselerometer MPU6050
- 1 buah kabel serial
- 1 unit robot manipulator capit 4DOF
- 2 buah push button

Kebutuhan Perangkat Lunak :

- Arduino IDE
- Windows 8.1

### 3.2 Perancangan Desain Sistem

Perancangan sistem dilakukan jika semua kebutuhan yang diperlukan oleh sistem sudah didapatkan. Perancangan dilakukan sesuai dengan gambaran umum sistem yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

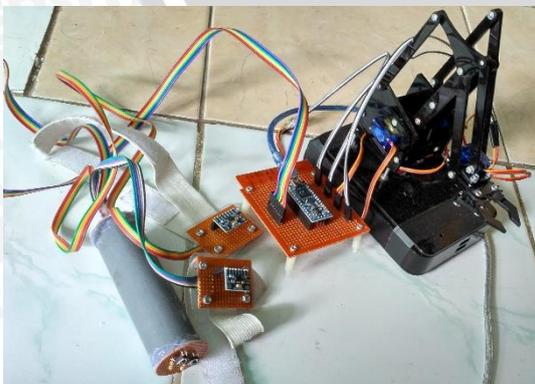
Berdasarkan Gambar 1, perancangan sistem yang dibuat dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pada bagian mikrokontroller terdapat beberapa perangkat yaitu
  - a. 2 Sensor akselerometer sebagai input untuk membaca nilai pergerakan pada punggung telapak tangan dan lengan.
  - b. Mikrokontroller sebagai pengolah data nilai pergerakan dari sensor akselerometer yang diletakkan pada tangan dan bahu akan mengirimkan output pada servo-servo. Ada 4 servo output pada sistem ini, servo 1 sebagai pencapit, servo 2 sebagai tumpuan gerakan memutar, servo 3 dan 4 sebagai lengan untuk mengarahkan lengan ke depan dan ke atas.

#### 4. IMPLEMENTASI

##### 4.1 Implementasi Perangkat Keras

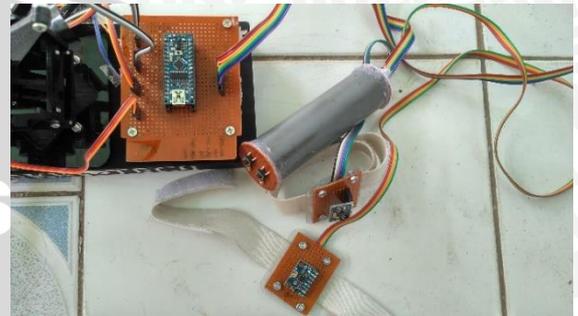
##### a. Implementasi Perangkat Keras Mikrokontroller



Gambar 2 Implementasi pada mikrokontroller

Berdasarkan perancangan sebelumnya pada gambar 3 merupakan implementasi dari perangkat keras yang digunakan pada implementasi ini yaitu meliputi arduino nano sebagai pengolah data dari sensor dan sensor akselerometer sebagai sensor gerak pada bagian punggung telapak tangan dan lengan.

##### b. Implementasi perangkat keras pengiriman data



Gambar 3 Implementasi pengiriman data

Pada implementasi perangkat keras pengiriman data dari sensor akselerometer dan *push button* ke mikrokontroller menggunakan kabel, kemudian dari mikrokontroller ke robot juga menggunakan kabel.

#### 5. PENGUJIAN

##### 5.1 Pengujian Akurasi Peletakkan Sensor

Pengujian dilakukan dengan cara memasang sensor pada lengan. Setelah terpasang lengan diarahkan ke depan dan ke bawah untuk mengetahui nilai pada lengan. Berikut hasil pengujian sensor yang akan tampil pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Hasil Akurasi Peletakkan Sensor pada lengan

No	Kondisi Lengan	Posisi sensor dari bahu	Pengujian Rata-rata
1	Ke depan	10 cm	150,8 <sup>0</sup>
2	Ke depan	12 cm	139,4 <sup>0</sup>
3	Ke depan	14 cm	150,6 <sup>0</sup>
4	Ke depan	16 cm	154,2 <sup>0</sup>
5	Ke depan	18 cm	157,2 <sup>0</sup>
6	Ke depan	20 cm	147,6 <sup>0</sup>
7	Ke depan	22 cm	140,6 <sup>0</sup>
8	Ke depan	24 cm	139,8 <sup>0</sup>
9	Ke depan	26 cm	151,8 <sup>0</sup>

**Tabel 2 Hasil Akurasi Peletakkan Sensor pada Lengan**

No	Kondisi Lengan	Posisi sensor dari bahu	Rata-rata
1	Ke bawah	10 cm	96,6 <sup>0</sup>
2	Ke bawah	12 cm	93,6 <sup>0</sup>
3	Ke bawah	14 cm	94,6 <sup>0</sup>
4	Ke bawah	16 cm	95,4 <sup>0</sup>
5	Ke bawah	18 cm	94,6 <sup>0</sup>
6	Ke bawah	20 cm	96,6 <sup>0</sup>
7	Ke bawah	22 cm	101,2 <sup>0</sup>
8	Ke bawah	24 cm	99,8 <sup>0</sup>
9	Ke bawah	26 cm	103,4 <sup>0</sup>

**5.2 Pengujian Sensor dan Pengiriman Data**

Pengujian sensor dan pengiriman data dimulai dari memasang sensor pada punggung telapak tangan dan ditengah-tengah lengan antara siku dan bahu. Setelah terpasang tangan dan lengan diarahkan kedepan dan menggerakkan sensor pada tangan, untuk posisi normal tangan dikepalkan dan jari kelingking berada dibawah. Setelah itu menggerakkan pergelangan tangan dengan memutar kekiri, kekanan, kebawah, dan keatas. Berikut hasil pengujian sensor dan pengiriman data yang tampil pada tabel dibawah ini.

**Tabel 3 Hasil Sensor dan Pengiriman Data**

No	Kondisi Tangan	Sumbu Z	Sumbu Y	Sudut Servo	Selisih
1	Normal	89 <sup>0</sup>	-	90 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>
2	Ke kiri	178 <sup>0</sup>	-	180 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>
3	Ke kanan	0 <sup>0</sup>	-	0 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>
4	Ke bawah	-	180 <sup>0</sup>	180 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>
5	Ke atas	-	39 <sup>0</sup>	40 <sup>0</sup>	1 <sup>0</sup>

**5.3 Pengujian Memindahkan Benda**

Pengujian memindahkan benda dimulai dengan meletakkan benda didepan robot, setelah itu pergelangan tangan diputar kebawah untuk mendekatkan capit yang terletak pada ujung lengan dengan benda. Kemudian push button 1 ditekan untuk membuka capit setelah mendapatkan benda push button 2 ditekan untuk menutup capit. Kemudian pergelangan tangan diputar keatas untuk menarik

lengan, setelah itu pergelangan tangan diputar kekiri ataupun kekanan untuk meletakkan benda. Berikut hasil pengujian memindahkan benda yang tampil pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4 Hasil Sensor Setelah Dipasang Pada Paha**

No	Posisi Sensor	Kondisi Tangan dan Lengan	Kondisi Robot	Nilai Sensor		
				Z	Y	Y1
1	Punggung telapak tangan	Normal	Lengan berdiri normal	89 <sup>0</sup>	92 <sup>0</sup>	156 <sup>0</sup>
2	Punggung telapak tangan	Memutar Ke kiri	Lengan bergerak ke kiri	178 <sup>0</sup>	100 <sup>0</sup>	148 <sup>0</sup>
3	Punggung telapak tangan	Memutar Ke kanan	Lengan bergerak ke kanan	0 <sup>0</sup>	103 <sup>0</sup>	144 <sup>0</sup>
4	Punggung telapak tangan	Memutar Kebawah	Lengan bergerak ke depan dan ke bawah	91 <sup>0</sup>	160 <sup>0</sup>	155 <sup>0</sup>
5	Punggung telapak tangan	Ke atas	Lengan bergerak ke posisi normal	81 <sup>0</sup>	180 <sup>0</sup>	137 <sup>0</sup>
7	Punggung telapak tangan dan lengan	Lengan ke depan	Lengan dan capit bergerak ke atas	91 <sup>0</sup>	39 <sup>0</sup>	155 <sup>0</sup>
8	Menekan tombol push button 1	Normal dan push button 1 ditekan	Capit terbuka	Nilai push button 90 <sup>0</sup>		
9	Menekan tombol push button 2	Normal dan push button 2 ditekan	Capit tertutup	Nilai push button 40 <sup>0</sup>		

**6. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk membaca pergerakan tangan dan lengan dengan menggunakan sensor akselerometer. Sensor menggunakan sumbu Y, Z, Y1 pada sensor akselerometer mpu6050 didapatkan nilai dari masing-masing sumbu untuk menentukan sebuah pergerakan. Dari nilai pergerakan akan diolah oleh mikrokontroller yang kemudian menghasilkan nilai sudut.
2. Tingkat akurasi sensor dipengaruhi oleh peletakkan sensor dan sensitivitas sensor. Ketika sensor diletakkan pada posisi yang memiliki ruang gerak yang luas maka pembacaan sensor akan akan semakin baik, sebaliknya jika sensor diletakkan pada posisi yang memiliki sedikit ruang gerak maka pembacaan sensor akan semakin buruk. Begitu pula pada saat sensor dipasang pada tangan dan lengan, pada saat posisi normal nilai sumbu Z +-90<sup>0</sup>, sumbu Y +-



93°, sumbu Y1  $+157^\circ$ . Nilai akan mudah berubah-ubah dengan cepat disebabkan karena nilai sensor mengikuti pergerakan tangan dan lengan.

3. Merancang sistem kontrol robot manipulator caput dapat dibuat dengan menggunakan sensor akselerometer MPU6050 dan Arduino Nano. Sensor akselerometer dapat dengan baik mendeteksi nilai pergerakan menggunakan sumbu x, y, z. Arduino Nano yang digunakan memiliki memori yang cukup dan baik untuk mengolah nilai dari pergerakan dan mengubahnya dalam bentuk sudut. Menggunakan 2 buah sensor akselerometer MPU6050 untuk mendeteksi pergerakan tangan dan lengan serta 1 mikrokontroler untuk mengubah nilai dari pergerakan kedalam bentuk sudut. Semua nilai sensor dikirim menggunakan kabel ke mikrokontroler, dari mikrokontroler nilai sudut menggunakan kabel ke 3 servo dalam robot. Sistem ini juga dilengkapi dengan 2 buah *push button* untuk membuka dan menutup caput yang terdapat pada ujung lengan robot, nilai yang dihasilkan *push button* dikirim ke mikrokontroler juga menggunakan kabel lalu dari mikrokontroler dikirim ke servo menggunakan kabel.
4. Sebuah objek dapat dipindah dengan menggunakan sistem ini, yaitu dengan cara menggerakkan pergelangan tangan dan lengan tangan. Untuk mengambil benda di depan yaitu dengan cara memutar pergelangan tangan ke arah bawah, mengambil benda di kanan dengan memutar pergelangan ke kanan, mengambil benda di kiri dengan memutar pergelangan ke kiri, dan untuk menarik ke atas pergelangan diputar ke atas.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- RAFIUDIN, S., 2015. Kinematika dan Dinamika Robot Lengan. Makasar: Fakultas Teknik Universitas Hasanudin. GEN, M. & CHENG, R. 2000. *Genetic Algorithms and Engineering Optimization*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- SYAIFULLAH, MASYKURI. 2010. Sistem Pengendalian Lengan Robot dengan Interfacing Java Berbasis ATMEGA 8535. Naskah Publikasi STMIK AMIKOM Yogyakarta.
- CRAIG, J.J. 2005. Introduction to Robotics Mechanics and Control. Prentice Hall. United State of America.
- UCIYAMA, N et al. 2012. Control of a robotic manipulator for catching a falling raw egg to achieve human-robot soft physical interaction, 2015 IEEE International Symposium on.
- AJIE, 2015. Komunikasi Serial Sinkron I2C dengan Arduino. [Online] Tersedia di: <<http://saptaji.com/2015/07/24/komunikasi-serial-sinkron-i2c-iitwi-dengan-arduino/>> [27 November 2016].
- Arduino, 2015. Arduino Nano. [Online] Tersedia di: <<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>> [Diakses 3 Desember 2016].
- Arduino, 2015. MPU6050 Accelerometer. [Online] Tersedia di: <<http://playground.arduino.cc/Main/MMA7455>> [Diakses 3 Desember 2016].
- VARSHNEY, A et al. 2014. Manipulator Control Using Human Arm Imitation, Indian Institute of Technology Kanpur.
- Bhojak, V et al. 2015. *Gesture Controlled Mobile Robotic Arm Using Accelerometer*, Anand International College of Engineering India.
- Neto, P et al. 2009. *Accelerometer-Based Control of an Industrial Robotic Arm*. IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication Japan.
- Bhuyan, A et al. 2014. *Gyro-Accelerometer based control of a robotic*. Department of Electrical and Electronic Engineering Bangladesh.
- Sancheti, A. 2012. *Geture Actuated Robotic Arm*. University of Pune Pune India.