

# Prototype Sistem Kendali Robot ARM Gripper Manipulator menggunakan Flex Sensor Dan MPU6050 Berbasis Internet of Things

Habib Nurfaizal<sup>1\*</sup>, Makhsun<sup>2</sup>, Yan Mitha Djaksana<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Department of Master Computer, Engineering Faculty, STMIK Eresha, Indonesia

## Article Info

### Article history:

Received July 07, 2020

Revised Feb 06, 2021

Accepted Feb 08, 2021

### Keywords:

Robot arm gripper

Flex sensor

MPU6050

Gesture mode

IoT mode

## ABSTRACT

In this sophisticated era, a lot of human work has begun to be replaced by robots. Physical limitations and human concentration in doing repetitive or dangerous work are important factors in the development of robots. One of the robots that was created to make work easier is a robot that has the ability like a human arm called the arm gripper manipulator robot. This manipulator gripper arm consists of interconnected arms, namely link, joint and end-effector. This research designed a control system of the robot arm gripper manipulator with 2 modes, gesture mode and IoT mode. The microcontroller used is Arduino Mega 2560 with flex sensor control and MPU 6050 inertia measurement unit sensor in gesture mode attached to the glove. And Iot control using a smartphone, the result of testing the error of the average travel time in 5 movements is 2.08%. The overall test results of the robot arm gripper manipulator can be controlled with gesture mode and IoT mode. The hope is that this solution will be useful for humans in reducing the risk of injury when doing heavy work.

Copyright © 2020 Universitas Indraprasta PGRI.  
All rights reserved.

## Corresponding Author:

Habib Nurfaizal,

Department of Master Computer, Engineering Faculty

STMIK Eresha,

Jl. Raya Puspittek No.11, Buaran, Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten.

Email: [habib.nurfaizal@gmail.com](mailto:habib.nurfaizal@gmail.com)

## 1. PENDAHULUAN

Di era modern sekarang ini, ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang dengan begitu pesatnya. Terutama dalam bidang elektronika, komputer, dan *software*. Hal ini menuntut setiap orang untuk lebih siap dalam menghadapi persaingan, salah satunya yaitu dalam dunia kerja. Banyak perusahaan yang memanfaatkan teknologi yang memiliki kecepatan, akurasi, dan keandalan yang tinggi serta mudah dalam hal pengoperasiannya sebagai alat untuk menunjang produktivitas mereka, salah satunya adalah dengan robot.

Syukranullah, Bukhari, dan Ismi Amalia dalam penelitiannya telah melakukan penelitian yang berkaitan dengan robot lengan yang berjudul "Rancang Bangun Robot Lengan Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno" [1]. Pada penelitiannya, robot lengan tersebut hanya dapat dikendalikan menggunakan potensiometer sebagai kendali gerakannya. Bentuk sistem kendali lain yang diaplikasikan pada robot berbeda-beda, ada yang menggunakan sistem kendali robot tangan menggunakan *Bluetooth* [2], dan juga kendali sensor *inertial measurement unit* MPU 6050 dalam implementasi robot *self-balancing* [3].

Dalam hal ini, perlu dilakukan pengembangan terhadap kendali robot agar memiliki kemampuan-kemampuan lain seperti bergerak secara *looping* dan mampu bergerak dengan *gesture* manusia. Pada penelitian ini, akan dibuat sebuah *prototype* robot yang mampu digerakan dengan lengan manusia (*gesture mode*) dan dapat bekerja secara *looping* menggunakan kontrol yang berbasis *Internet of Things*.

### 1.1 Definisi Robot

Robot berasal dari kata “*robot*” yang dalam Bahasa Ceko (Chech) yang berarti budak, pekerja atau kuli. Berbagai pabrik saat ini mampu meningkatkan kuantitas maupun kualitas produksi dengan adanya perkembangan teknologi robotika. Dari sisi hiburan dan pendidikan juga telah dijangkau oleh teknologi robotika [4].

### 1.2 Arduino Mega 2560

Arduino adalah *board* berbasis mikrokontroler atau rangkaian board elektronik dan bersifat *open source* yang mana di dalamnya terdapat komponen utama yaitu *chip microcontroller* dari perusahaan Atmel dengan jenis AVR. Pada *board* ini memiliki jumlah pin I/O yang cukup banyak dibandingkan dengan Arduino R3 Uno dan Nano. Terdapat 54 buah digital pin I/O diantaranya 15 pin PWM, 4 pin UART (*serial port hardware*), dan pin analog *input* 16 buah. Kelengkapan lain yang ada pada board Arduino Mega jenis 2560 ini adalah terdapat sebuah *port* USB, jack DC power, oscillator 16 Mhz, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Pada papan arduino terdapat *module* yang dapat memuat kode biner dari komputer ke dalam memori penyimpanan [5].



Gambar 1. Arduino Mega 2560

### 1.3 NodeMcu Esp 8266

ESP 8266 adalah *wifi module* yang memiliki fungsi sebagai alat supaya dapat terhubung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP [6]. ESP 8266 juga merupakan sebuah *chip* yang mana didalamnya sudah termasuk *processor*, penyimpanan (*memory*) dan juga akses ke GPIO [7]. Modul ini memiliki mode *wifi* yaitu *station access point* dan *both* (keduanya) membutuhkan daya sekitar 3.3V.



Gambar 2. Arduino Mega 2560

### 1.4 MPU 6050

MPU-6050 sendiri adalah *chip* dengan 3-axis *Accelerometer* (sensor percepatan) dan 3-axis *Gyroscope* (pengatur keseimbangan), atau dengan kata lain 6 *degrees of freedom* (DOF) IMU. Selain itu, MPU- 6050 sendiri sudah memiliki *Digital Motion Processors* (DMP), yang akan mengolah data mentah dari masing-masing sensor. DMP pada MPU6050 juga berfungsi meminimalisasi *error* yang dihasilkan.



Gambar 3. Bentuk fisik MPU 6050

### 1.5 Flex Sensor

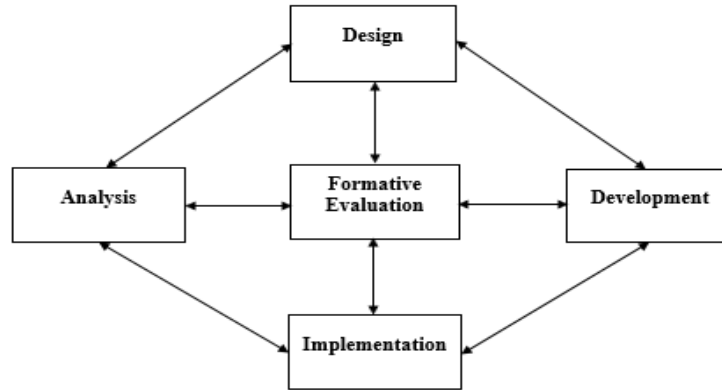
Flex Sensor adalah sensor yang memiliki perubahan resistansi akibat adanya perubahan lekukan pada bagian sensor. Sensor ini memiliki *output* berupa resistansi. Sensor ini membutuhkan tegangan sebesar +5V agar bisa bekerja. *Output* resistansi ini akan diberikan tegangan yang nantinya akan dibaca oleh mikrokontroler. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi pergerakan lari tangan pada manusia/ bagian lekukan lainnya. Mikrokontroler mengkonversi data menggunakan ADC (*analog to digital converter*), oleh karena itu sensor flex dapat disematkan pada jari tangan manusia dan mampu mengikuti kelengkungan jarinya [8].



pengantar transformasi atau perubahan dalam penggunaan internet sebelumnya yaitu *Internet of People* menjadi *Internet of M2M (matching-to-maching)* [11]

## 2. METODE

Pada penelitian ini, robot *arm* manipulator yang dirancang memiliki 4 derajat kebebasan. *Smartphone* digunakan untuk kendali jarak jauh, dan sarung tangan digunakan untuk meletakkan sensor-sensor. Hasil bacaan sensor kemudian diolah untuk menentukan besar sudut yang dikeluarkan oleh sendi *arm* manipulator sehingga dapat mengubah koordinat dari *end effector*. Dengan melakukan pendekatan pada metode penelitian *rapid prototyping* [12]. Alur metode yang di gunakan dapat dilihat pada Gambar 8

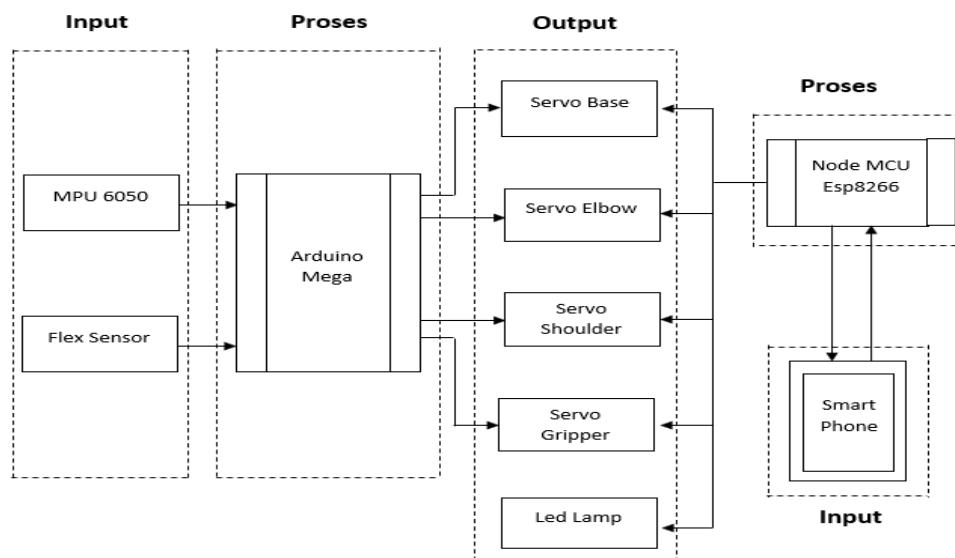


Gambar 8. Model *rapid prototyping*

Penjelasan alur penelitian menggunakan *Rapid Prototyping Model* :

- Analisis dilakukan untuk menentukan komponen apa saja yang di butuhkan untuk membangun sistem robot lengan ini.
- Kemudian langkah selanjutnya adalah melakukan desain, pada tahapan ini yang dilakukan adalah merancang sistem *input*, proses dan *output* yang akan di gunakan dan dihasilkan pada sistem.
- Development* akan di lakukan apabila sistem yang sudah di desain tersebut sesuai dengan yang di inginkan sehingga proses *development* dapat di lakukan.
- Proses *implementation* dapat dilakukan apabila sistem yang di buat sudah dapat berjalan dengan baik, baik kontrol lengan menggunakan sensor MPU 6050 dan kontrol *gripper* robot yang dikendalikan menggunakan flex sensor kemudian kontrol menggunakan *smartphone* dengan aplikasi *blynk* melalui jaringan internet.
- Formative Evaluation* bertujuan untuk menentukan apa yang harus ditingkatkan dari sistem yang di bangun agar sistem yang dibangun lebih efektif dan efisien.

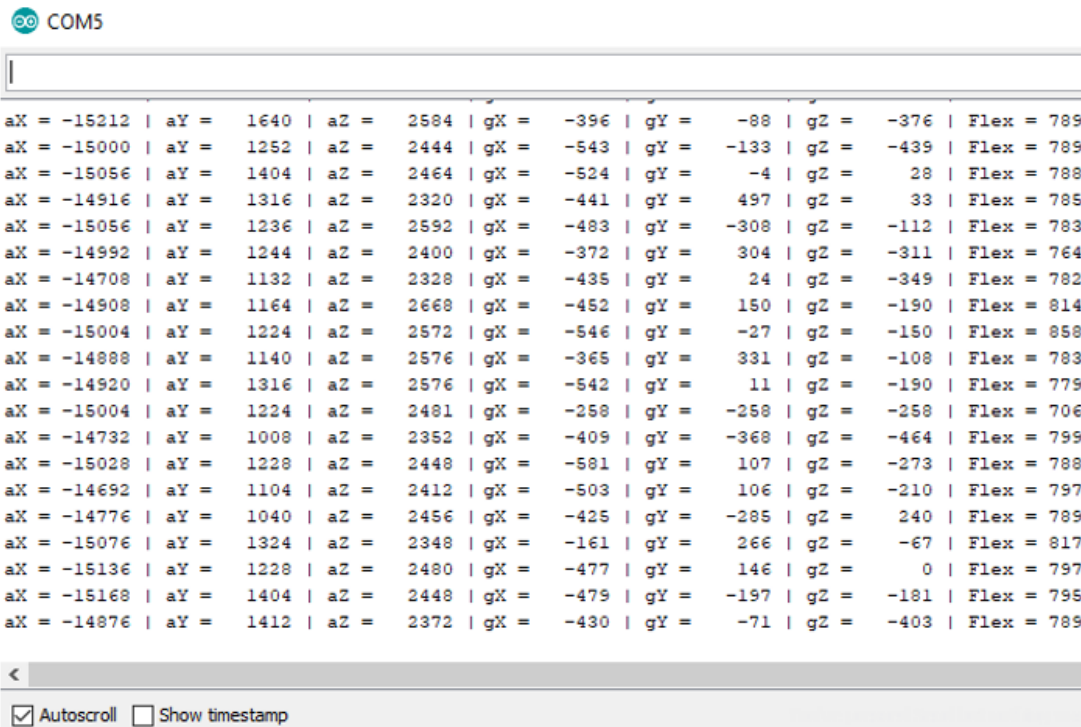
Sistem pengendalian robot *arm gripper* manipulator ini dibagi menjadi dua yaitu sistem kendali *gesture mode* yang digerakkan menggunakan tangan dan sistem kendali *IoT mode* yang dikendalikan menggunakan *smartphone*.



Gambar 9. Diagram Blok Sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penjelasan Hasil Gesture Mode sebagai berikut:

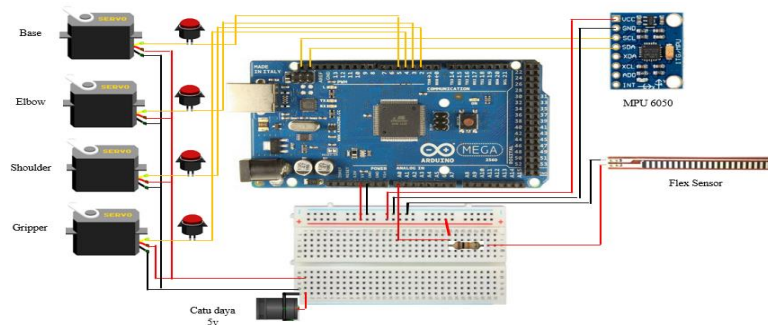


Gambar 10. Nilai sensor MPU 6050 dan flex

Tabel 1. Hasil Pengujian Robot Arm Kendali *Gesture Mode*

No	Pengujian	Proses dan Output	Hasil	
			Ya	Tidak
1.	Sensor MPU6050	Lengan robot dapat bergerak mengikuti gerak accelerometer berdasarkan sudut roll dan pitch.	√	
2.	Flex Sensor	Jari telunjuk pada servo gripper lengan robot bergerak sesuai kelengkungan flex sensor.	√	
3.	Base Servo	Robot bergerak ke kanan dan ke kiri	√	
4.	Elbow Servo	Lengan robot bergerak ke atas dan ke posisi semula	√	
5.	Shoulder Servo	Lengan robot bergerak ke bawah sebagai <i>forwarding</i> dan posisi semula	√	
6.	Gripper Servo	Lengan robot dapat mencapit objek berupa benda	√	

Sistem penggerak robot menggunakan *gesture mode* bekerja setelah menerima perintah dari sensor MPU6050 dan flex sensor yang sudah terpasang pada sarung tangan.



Gambar 11. Wiring Diagram *Gesture Mode*

Tabel 2. Konfigurasi Komponen *Gesture Mode*

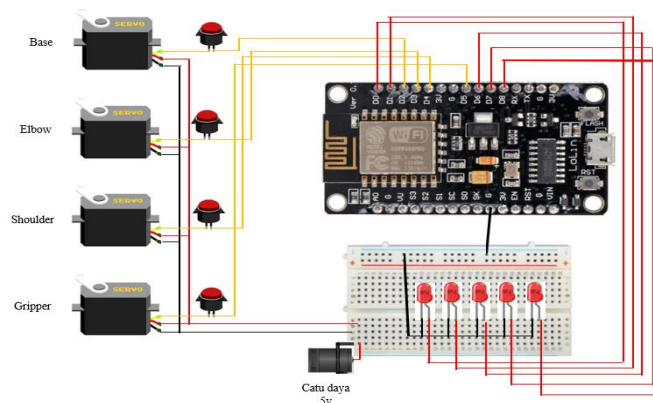
Komponen	Arduino Mega 2560
MPU 6050	SCL
	SDA
	Vcc
	Gnd
Flex Sensor	Vcc + Resistor 10k
	Vcc + Resistor 10k
	Gnd
Base Servo	Digital Pin 5
Elbow Servo	Digital Pin 3
Should Servo	Digital Pin 2
Gripper Servo	Digital Pin 4

Penjelasan Hasil IoT Mode sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Robot Arm Kendali IoT Mode

No	Pengujian	Proses dan Output	Hasil	
			Ya	Tidak
1.	Slider Base Servo	Lengan robot bergerak ke kanan dan ke kiri sesuai dengan jangkauan dalam sudut 0° - 180°	√	
2.	Slider Elbow Servo	Lengan robot bergerak ke atas dan ke posisi semula ( <i>standby</i> ) dengan jangkauan dalam sudut 0° - 90°	√	
3.	Slider Shoulder Servo	Lengan robot bergerak ke bawah ( <i>forwarding</i> ) dengan jangkauan dalam sudut 0° - 75°	√	
4.	Slider Gripper Servo	<i>End effector</i> atau lengan capit dapat membuka dan menutup dengan jangkauan dalam sudut 0° - 110°	√	
5.	Button Save Position	Pergerakan tersimpan dengan tanda indikator led menyala dari 1 sampai 5 pergerakan.	√	
6.	Button Play Position	Robot bergerak dengan 5 gerakan sesuai pergerakan yang sudah tersimpan.	√	
7.	Button Reset	Robot berhenti bergerak dan indikator lampu led semua mati.	√	

Sistem penggerak robot menggunakan *IoT mode* bekerja setelah menerima perintah dari *smartphone* melalui *blink application* yang kemudian diproses oleh NodeMcu Esp 8266 untuk menggerakkan robot. Pada sistem IoT ini dapat dilakukan *setting* posisi sesuai dengan kebutuhan dengan jumlah 5 pergerakan yang dapat tersimpan untuk dapat melakukan pekerjaan secara *looping*.



Gambar 12. Wiring Diagram IoT Mode

Tabel 4 Konfigurasi Komponen IoT Mode

Komponen	NodeMcu ESP8266
Base Servo	Digital Pin 2
Elbow Servo	Digital Pin 3
Shoulder Servo	Digital Pin 4
Gripper Servo	Digital Pin 5
Lampu LED1	Digital Pin 0
	Gnd
Lampu LED2	Digital Pin 1
	Gnd

Lampu LED3	(+)	Digital Pin 6
	(-)	Gnd
Lampu LED4	(+)	Digital Pin 7
	(-)	Gnd
Lampu LED5	(+)	Digital Pin 8
	(-)	Gnd

Penjelasan Hasil Pengujian Waktu Tempuh sebagai berikut:

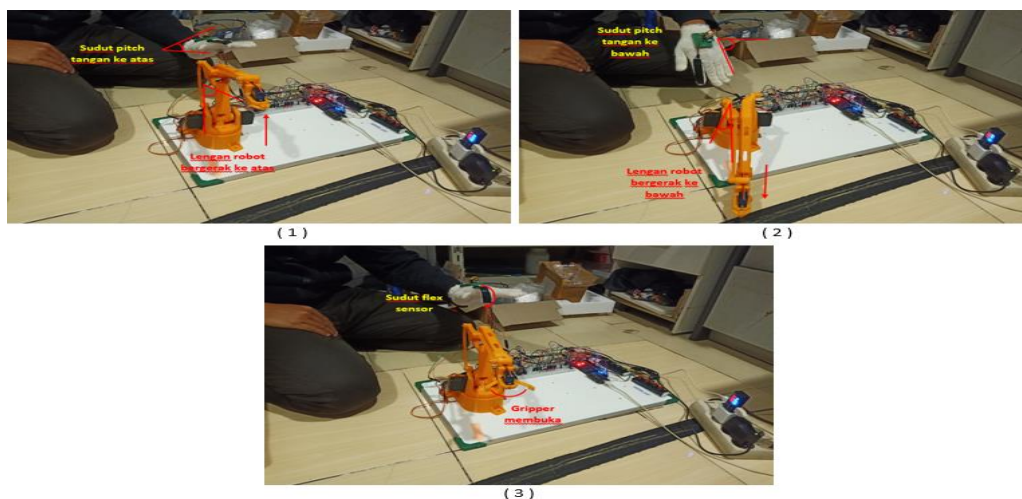
Tabel 5. Pengujian Waktu Tempuh Pemindahan Barang Kendali IoT Mode Pengujian

No.	Waktu yang ditentukan	Waktu yang diperoleh	Selisih waktu ( <i>error</i> )
1.	6000 ms	6103 ms	103 ms
2.	6000 ms	5924 ms	-76 ms
3.	6000 ms	6246 ms	246 ms
4.	6000 ms	5889 ms	111 ms
5.	6000 ms	6104 ms	104 ms
6.	6000 ms	5996 ms	-4 ms
7.	6000 ms	6141 ms	141 ms
8.	6000 ms	5923 ms	-77 ms
9.	6000 ms	6313 ms	313 ms
10.	6000 ms	5926 ms	-74 ms
	<u>Rata-rata</u>		124,9 ms

Berdasarkan pengujian waktu tempuh robot *arm gripper* manipulator saat memindahkan barang dari titik objek ke titik yang dituju sebanyak 10 kali percobaan diketahui bahwa selisih waktu *error* terbesar adalah 246 ms dan selisih terendah adalah 4 ms. Rata-rata selisih waktu yaitu 124,9 ms. Persentase selisih waktu *error* ini adalah  $(124,9 : 6000 \text{ ms}) \times 100\%$  sehingga diperoleh nilai sebesar 2,08% dari keseluruhan pergerakan.

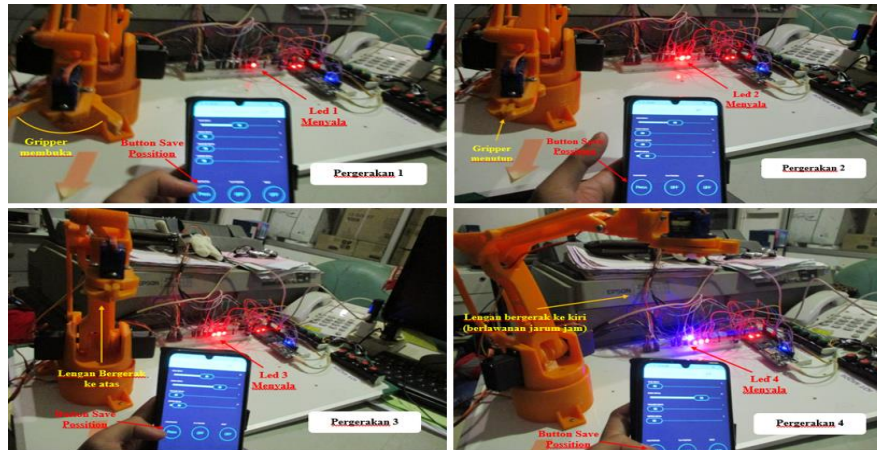


Gambar 11. Pengujian sudut *roll* robot *gesture mode*

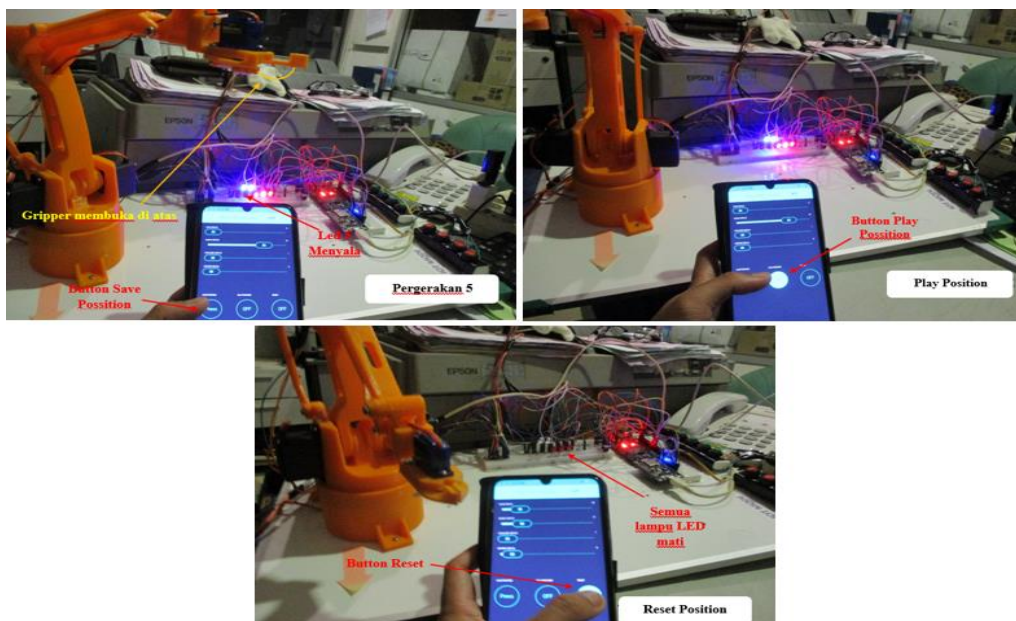


Gambar 12. Pengujian sudut *pitch* dan *gripper* robot *gesture mode*

Pada pengujian pergerakan robot *gesture mode* Gambar 11 dan 12, robot *arm gripper* manipulator dapat bergerak sesuai dengan gerakan tangan, baik ke kanan dan kiri (sudut *roll*), ke atas dan bawah (sudut *pitch*), kemudian membuka capit (*gripper*) dengan menekuk jari telunjuk. Pergerakan sesuai dengan hasil pengujian pada Tabel 1, hal ini dapat dilakukan dengan mengamati perubahan nilai sensor pada Gambar 10 yang sudah diletakkan pada sarung tangan untuk melakukan kalibrasi dalam menentukan arah gerak robot.



Gambar 13. Pengujian robot mode IoT sampai indikator 4 led



Gambar 14. Pengujian robot mode IoT sampai indikator 5 led, *play* dan *reset*

Pada Gambar 13 dan 14 dengan mode IoT, sistem robot dikendalikan menggunakan *smartphone* melalui *blink application*. Pergerakan dilakukan dengan mengatur *slider* pada masing-masing servo sesuai dengan kebutuhan posisi sudut. Pergerakan dapat disimpan sebanyak 5 kali dengan indikator lampu led. *Button play position* digunakan untuk menggerakkan robot secara *looping*. Sedangkan *button reset* digunakan untuk menghentikan pergerakan robot yang kemudian ditandai dengan indikator led yang mati secara keseluruhan. Hasil pengujian mode IoT dapat dilihat pada Tabel 3.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. *Prototype* robot *arm gripper* manipulator berhasil dirancang dengan kendali 2 mode sehingga mempermudah pengendalian dan membuat pengendalian lebih fleksibel dengan pilihan mode *gesture* dan mode IoT.

2. Hasil selisih waktu tempuh (*error*) 124,9 ms atau 2,08% dalam pergerakan robot dari titik awal ke titik tujuan cukup kecil, rentang waktu *error* tersebut dapat menjadi acuan untuk diterapkan atau dikombinasikan dengan mesin lain seperti conveyor mengingat kondisi tingkat konsentrasi manusia yang cenderung menurun dalam melakukan pekerjaan yang bersifat *looping* dan mengurangi resiko cedera.

#### 4.2 Saran

Prototype sistem kendali robot *arm gripper* manipulator menggunakan flex sensor dan MPU6050 berbasis *internet of things* ini masih jauh dari kesempurnaan. Perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut, baik dari segi kerja sistem maupun dari sisi manfaat untuk menciptakan sebuah sistem yang baik. Berikut beberapa saran yang dapat disampaikan peneliti berdasarkan pengalaman dari penelitian yang dilakukan :

1. Pada servo *gripper* atau capit dapat ditambahkan desain custom robot dengan servo *wrist*. Tujuannya adalah dengan derajat kebebasan servo *wrist* ini pada saat mengambil objek jangkauan robot lebih luas.
2. Untuk pergerakan lengan robot pada *elbow* dan *shoulder* (*forwarding*) dengan beban yang cukup berat, dapat dirubah menggunakan motor *stepper* supaya lengan robot lebih kuat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syukranullah, Bukhari, and A. Ismi, "Rancang Bangun Robot Lengan Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 3, no. 1, pp. 7–10, 2019.
- [2] Afridanil and Wildian, "Rancang Bangun Sistem Kendali Robot Tangan Menggunakan Bluetooth Berbasis Mikrokontroler," *J. Fis. Unand*, vol. 4, no. 4, pp. 375–382, 2015.
- [3] F. Beni, "Implementasi Sensor IMU MPU 6050 Berbasis Serial IC2 Pada Self-Balancing Robot," *J. Teknol. Technoscintia*, vol. 9, pp. 8–24, 2016.
- [4] D. Martinus, M. E. D, and E. Ade, "Rancang Bangun Pengendalian Robot Lengan 4 DOF dengan GUI (Graphical User Interface) Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2016.
- [5] B. Gustomo, *Pengenalan Arduino dan Pemrogramannya*. Bandung: Informatika, 2015.
- [6] L. A. D, "Pemodelan Sistem Pelacakan Lot Parkir Kosong Berbasis Sensor Ultrasonic dan Internet of Things (IoT) pada Lahan Parkir Diluar Jalan," *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, pp. 1–10, 2017.
- [7] Arafat, "Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266," *Technologia*, vol. 7, no. 4, pp. 262–268, 2016.
- [8] P. G. E, M. Rizal, and K. Wijaya, "Implementasi Sistem Pengendali Jari Tangan Robot Dengan Sensor Flex Menggunakan Metode Map," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 291–300, 2019.
- [9] Rinaldy, C. R. F, and S. Didi, "Pengendalian Motor Servo Yang Terintegrasi Dengan Webcam Berbasis Internet Dan Arduino," *Infotel*, vol. 5, 2013.
- [10] T. U. Anastasia, M. Alfatirta, and R. Aulia, "Rancang Bangun Sistem Parkir Otomatis dan Informatif Berbasis Mikrokontroler ATmega2560," *Kitektro J. Online Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 29–34, 2017.
- [11] B. Fawzi and W. Kwok, *Collaborative Internet of Things (C-IoT): For Future Smart Connected Life and Business*. Chichester: John Wiley & Sons, 2015.
- [12] A. M. Agus, "Rancang Bangun Prototype Robot Lengan Menggunakan Flex Sensor dan Accelerometer Sensor Pada Lab Mikrokontroler STMIK Musirawas," *ILKOM*, vol. 9, no. 3, pp. 255–261, 2017.