

# RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI ROBOT TANGAN LIMA JARI MENGUNAKAN FLEX-SENSOR DAN POTENSIOMETER YANG DIPASANG PADA TANGAN MANUSIA

Abdul aziz muhtar, M.Ibrahim Ashari,ST,. MT, Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo,ST,MT  
Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia  
azizmuhtar.am@gmail.com,

*Abstrak – Teknologi memiliki peran yang sangat penting. Peran teknologi telah banyak digunakan diberbagai kehidupan manusia saat ini. Semakin tingginya tingkat mobilitas masyarakat saat ini merupakan faktor dikembangkan teknologi yang lebih efisien. Pemanfaatn teknologi banyak dipergunakan dalam lingkungan masyarakat saat ini, misalnya : lingkungan yang berbahan kimia, yang berbahaya disentuh langsung oleh tangan manusia. Robot dengan*

*jari-jari sangat bermanfaat untuk robot humanoid, dimana dewasa ini perkembangan robot semakin menyerupai manusia, sehingga detail jari-jaripun mau tidak mau harus se-fleksible dan terlihat persis layaknya jari-jari manusia. Fungsi yang dapat dengan jelas terlihat adalah pada robot penari, dimana dengan menambahkan fleksibilitas pada jari robot, robot yang dilombakan (KRSI) dapat terlihat menari layaknya tarian manusia.*

*Kata kunci: Arduino,potensiometer,fleks sensor*

## I. PENDAHULUAN

Teknologi memiliki peran yang sangat penting. Peran teknologi telah banyak digunakan diberbagai kehidupan manusia saat ini. Semakin tingginya tingkat mobilitas masyarakat saat ini merupakan faktor dikembangkan teknologi yang lebih efisien. Pemanfaatn teknologi banyak dipergunakan dalam lingkungan masyarakat saat ini, misalnya : lingkungan yang berbahan kimia, yang berbahaya disentuh langsung oleh tangan manusia.

Robot dengan jari-jari sangat bermanfaat untuk robot humanoid, dimana dewasa ini perkembangan robot semakin menyerupai manusia, sehingga detail jari-jaripun mau tidak mau harus se-fleksible dan terlihat persis layaknya jari-jari manusia. Sudah bayak perusahaan perusahaan local yang memproduksi robot tangan lima jari seperti The Shadow Robot Company, perusahaan tersebut telah mengupayakan untuk membuat tangan robot yang sangat menyerupai tangan manusia, layaknya perusahaan tersebut kami juga berusaha agar supaya dapat menggenggam dan memegang benda-benda yang membutuhkan genggam yang lembut, contohnya

memegang bola lampu dan tomat.

Selain untuk robot humanoid, lengan robot lengkap dengan tangan yang memiliki 5 jari ini dapat dipasang di mobile robot menjadi mobile arm manipulator. Robot jenis ini sangat berguna untuk mengambil dan mengangkut barang-barang di pabrik, dengan 5 jari, maka robot ini bisa berfungsi layaknya tangan pekerja manual. Lengan robot lengkap dengan 5 jari dapat dipasang pada tubuh manusia yang kehilangan anggota tubuhnya, atau yang biasa disebut sebagai prosthetic hand atau exoskeletons.

Pertama yang harus dilakukan dalam mendisain robot tangan ini adalah memodelkan tangan manusia secara matematis dari sudut pandang robotika. Chen Chen et. al. (2011) dan Gustus et. al. (2012) telah menurunkan persamaan kinematis tangan manusia dengan memperhitungkan 5 jari (jari kelingking, manis, tengah, telunjuk dan jempol).

### A. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, penulis mendapatkan permasalahan yang akan dibahas antara lain :

- 1) Bagaimana cara merancang pengendali robot pengikot gerak jemari manusia sehingga dapat memudahkan pekerjaan manusia?
- 2) Cara kerja dan karakteristik flex sensor dan potensiometer pada pengendali robot lima jari sehingga robot yang dikendalikan bisa mengikuti pergerakan layaknya manusia.
- 3) Mengukur cepatnya respon yang dihasilkan setiap kelengkungan derajat yang dikirim pengendali

### B. Tujuan Penulisan

Untuk mengetahui cara membuat tangan robot lima jari yang dapat mengikuti gerakan jari jari manusia secara otomatis sehingga dapat memudahkan pekerjaan manusia yang tidak bisa dikerjakan dengan berdekatan dan secara langsung seperti bahan kimia berbahaya.

Untuk dapat mengetahui karakteristik dan cara kerja sensor flex dan potensiometer pada pengendali jari jari sehingga tangan robot pengikot dapat mengikuti pergerakan pada tangan manusia..

### C. Batasan Masalah

Supaya tidak terjadi penyimpangan antara maksud dan tujuan dalam penyusunan skripsi ini, maka penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada pengendali jari jari robot, bukan pada robot pengikut.
2. Tangan robot tidak dapat mengangkat benda halus seperti telur.
3. Fokus penelitian pada karakteristik dan kemampuan sensor.
4. sensor yang digunakan adalah sesnsor flex dan potensiometer.

## II. KAJIAN PUSTAKA

### A. Derajat kebebasan

Derajat kebebasan yang terdapat pada suatu robot yang dapat diartikan jumlah gerakan independen yang dapat dibentuk oleh objek terhadap sistem kordinat yang bisa mempengaruhi suatu perubahan posisi. Dalam menentukan banyaknya derajat kebebasan robot yang dimilikinya, tidak bisa dilakukan dengan hanya menghitung banyaknya persendian (joint) robot yang dimiliki. Karena tidak seluruhnya gerakan independen yang dihasilkan oleh persendian yang bisa dikategorikan pada robot sebagai derajat kebebasan. Terdapat enam jumlah gerakan independen yang bisa di buat suatu objek,

disebut derajat kebebasan yaitu tiga gerakan rotasi R1, R2, R3 sepanjang aksis OX, OY dan OZ, dan ketiga rotasi R1, R2, R3 pada aksis, OX, OY dan OZ. DOF dari robot jari merupakan gerakan linier, perputaran sekitar atau sepanjang pada sumbu axis. Pada permasalahan robot dibidang industry spesifik lengan robot merupakan suatu rangkaian terbuka karena tiap posisi pada sendi sendi biasanya ditetapkan variable singgel maka banyaknya sendi sama nilainya dengan derajat kebebasan

### B. Potensiometer

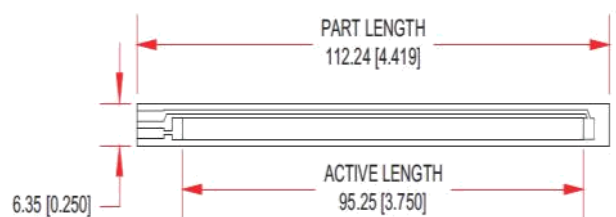
Untuk menggerakkan robot tersebut robot jari ini membutuhkan sebuah sensor sudut yang mampu mengontrol perubahan posisi motor yang akan dikendalikan Arduino.

Pada penelitian ini digunakan potensiometer untuk mengontrol perubahan sendi-sendi pada robot jari, potensiometer ini akan disusun seperti halnya lengan manusia menggunakan kerangka-kerangka kaku yang akan dipasang pada lengan manusia. Untuk memperoleh hasil yang linier maka potensiometer yang digunakan jenis potensiometer linier.

Pada potensiometer ini menggunakan bahan kawat yang halus dan dililiti pada bagian batang metal. Kepekaan potensiometer ini tergantung pada bahan dan ukuran kawat yang dipakai. Penggunaan potensiometer untuk mengendalikan posisi pada penelitian ini cukuplah praktis, karna hanya membutuhkan satu eksitasi tegangan dan tidak membutuhkan rangkaian pengolahan sinyal yang rumit.

### C. Flex sensor

Flex sensor adalah suatu sensor fleksibel yang nilai hambatannya dapat berubah ubah jika batang porosnya ditekuk maximal 90°, sensor ini memiliki panjang sekitar 11.5 cm, lebar sekitar 0.6 cm dan tebal sekitar 0.05 cm. Hambatan sensor ini berubah saat bantalan logamnya berada diluar tekukan.



Gambar 2.1 dimensi flex sensor

Rumus :

$$V_{out} = \frac{R2}{R1 + R2} \times V_{in}$$

#### D. Arduino

Pada pembuatan pengendali lengan robot kalini ini menggunakan sistem control Arduino nano, Arduino nano adalah komponen utama dalam penelitian ini seperti halnya otak tempat pengolahan program data agar dapat memerintahkan organ-organ pada lengan robot.

Spesifikasi arduino nano

Mikroontroler : Atmel ATmega 328

Tegangan kerja : 5 volt

Tegangan input : 7-12 volt

Digital pin I/O : 14 pin D0-D13, 6 PWM

Analog pin : 8 pin A0-A7

Arus : 40 ampere maksimum

Memori : 32 Mbyte

RAM : 2 Kbyte

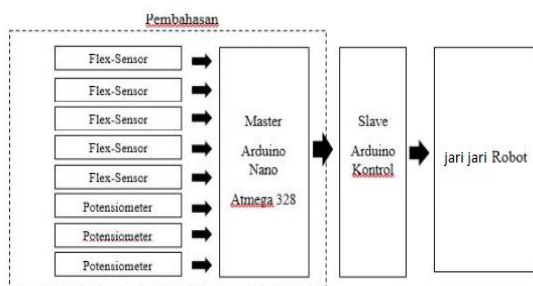
EEPROM : 1 Kbyte

Clock : 16 MHz

### III. PERENCANAAN DAN PERANCANGAN

#### A. Perancangan sistem

Dalam setiap perencanaan dan pembuatan suatu alat diperlukan sebuah diagram blok, yang berfungsi untuk mempermudah dalam menentukan alur kerja dari alat tersebut. Selain itu diagram blok juga berguna untuk mengetahui bagian-bagian system dari suatu alat, berikut ini adalah diagram blok dari alat dalam laporan skripsi ini.



Gambar 3.1 blok diagram rancangan sistem

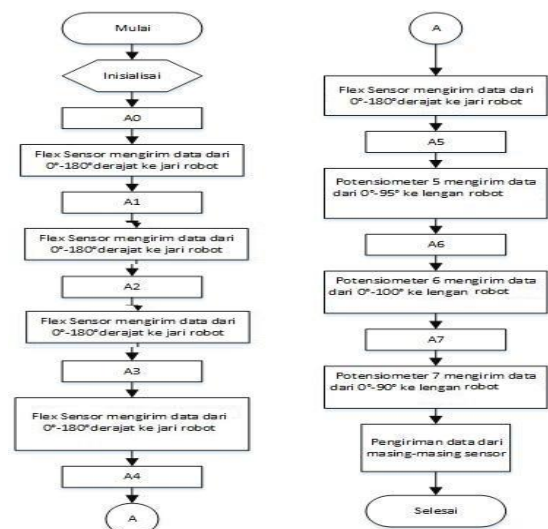
Sistem pada penelitian ini dibagi menjadi tiga bagian antara lain system input yang terdiri dari sebuah lima sensor-flex dan tiga buah

potensiometer putar. System control master yang berupa board minimum system Arduino Nano3. System control slave yang berupa board minimum system Arduino Mega. Dan sistem keluaran berupa jari jari robot yang digerakkan dilengkapi pada sendi-sendinya motor dc servo.

Berikut adalah penjelasan diagram blok:

- Sensor flex dan potensiometer berfungsi untuk mengetahui setiap sudut gerakan yang dihasilkan oleh jari tangan manusia.
- System control Master merupakan bagian pengolah data yang di hasilkan oleh sensor flex, potensiometer dan memberikan nilai outputan yang berupa PWM (*Pulse Width Modulation*) lalu mengirim data yang sudah diolah melalui komunikasi TX RX.
- System control slave juga merupakan pengolah data kedua yang sudah diolah oleh syatem control master yang diterima melalu komunikasi RX TX dan dikirim ke masing-masing motor dc servo sesuai data yang diterima yang bersumber modul master.

Output motor servo merupakan sebuah perangkat yang menjalankan perintah berbentuk data PWM yang dihasilkan oleh system control slave.

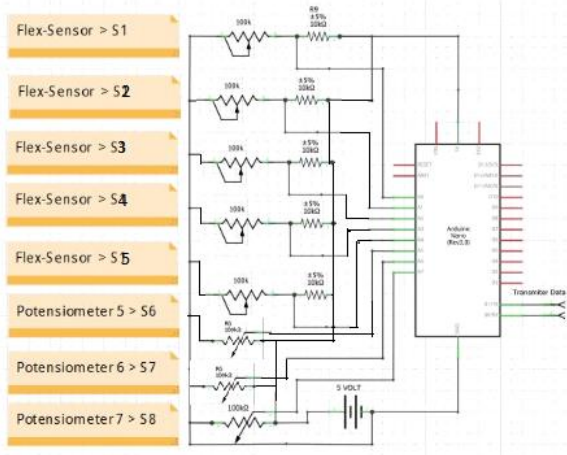


#### B. Flowchart

Gambar 3.2. Flowchart Penelitian

**C. Perancangan Sistem minimum Atmega 328**

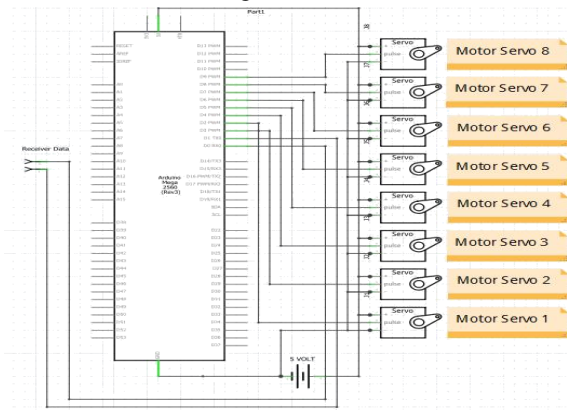
Pengendali jari jari robot ini berpusat pada mikrokontroler sebagai pengendaliannya. Jenis mikrokontroler yang dipakai ialah ATmega 328 yang berfungsi sebagai menerima inputan ADC dari sensor potensiometer dan sebagai master yang memegang pengolahan data secara keseluruhan dan ATmega 2560 merupakan mikro slave yang berfungsi sebagai kontrol servo agar servo bisa bergerak secara bersamaan.



Gambar 3.3. rangkaian system pengendali

**D. Perancangan Minimum Sistem Atmega 2560**

Untuk menggerakkan jari jari robot diperlukan gerak secara bersamaan agar gerak yang di hasilkan bisa seimbang, dan bisa lebih selaras, maka diperlukan kontrol servo sebagai pengontrolnya. ATmega 2560 merupakan mikrokontroler yang dipakai untuk mengontrol setiap gerak servo agar bisa lebih seimbang. Gambar 3.4 memperlihatkan gambar skematik sistem Atmega 2560.



Gambar 3.4. rangkaian sistem control servo

**IV. PENGUJIAN DAN ANALISA**

**A. Pengukuran supply**

Pada sebuah perangkat elektronik, supply merupakan sumber daya dari sebuah perangkat itu sendiri. Berikut diberikan tabel pengukuran supply pada robot pengendali jari jari.

Table 4.1 power supply

No	Komponen yang diukur	pengukuran tegangan v	pengukuran arus I
1	Sumber DC batere	9 v	19.7 mA
2	Suplay arduino	9 v	19.7 mA
3	Pin +5v arduino	5 v	0.3 mA
4	Suplay potensiometer	5 v	0.3 mA
5	Suplay flex sensor	5 v	0.3 mA

**B. Pengujian Flex-Sensor Pada Jari jari**

Pengukuran flex-sensor bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sensor tersebut, adapun peralatan pengujian yang dibutuhkan yaitu :

1. Lima buah Flex-Sensor
2. Penggaris Busur Derajat
3. Board Arduino Nano 328
4. Multimeter
5. Batrai 2Cel 9 Volt.

**a. Langkah – Langkah Pengujian.**

1. Hubungkan flex-sensor dengan Arduino Nano. Pasang dengan konfigurasi pada tabel berikut.

Tabel 4.2 Konfigurasi Flex-sensor robot Pengendali

Pin	Flex 1	Flex 2	Flex 3	Flex 4	Flex 5
1	+5 v	+5 v	+5 v	+5 v	+5 v
2	A3	A4	A5	A6	A7
3	GND	GND	GND	GND	GND

2. Hubungkan Batray 2Cell 9 V ke pin Vin pada boar Arduino Nano

3. Hubungkan Multimeter kabel merah ke pin A2,A3,A4,A5,A6 pada Arduino Nano yang sudah dihubungkan dengan flex-sensor
4. Hubungkan Multimeter kabel hitam dengan pin GND pada Arduino Nano
5. Amati perubahan tegangan pada multimeter dan pengukuran derajat kelengkungan dengan penggaris busur derajat.

*b. Hasil Pengujian Flex-sensor Pada Jari*

Penulis melakukan 5 (lima) kali pengujian terhadap derajat kelengkungan flex-sensor pada setiap jari yaitu pada kelengkungan  $0^{\circ}$ ,  $20^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  sebagai berikut :

Pengukuran pada jari jempol :



*Gambar 4.1 pengukuran pada kelengkungan  $0^{\circ}$ .*



*Gambar 4.3 pengukuran pada kelengkungan  $40^{\circ}$ .*



*Gambar 4.4 pengukuran pada kelengkungan  $60^{\circ}$ .*



*Gambar 4.2 pengukuran pada kelengkungan  $20^{\circ}$ .*



*Gambar 4.5 pengukuran pada kelengkungan  $90^{\circ}$ .*

No	kelengkungan	Pengukuran tegangan ( volt )
1	0°	
2	20°	3.14
3	40°	3.47
4	60°	3.60
5	90°	3.91

Tabel 4.3 pengukuran tegangan flex sensor jempol

Pengukuran pada jari telunjuk :



Gambar 4.6 pengukuran pada kelengkungan 0°.



Gambar 4.8 pengukuran pada kelengkungan 40°.



Gambar 4.9 pengukuran pada kelengkungan 60°.



Gambar 4.7 pengukuran pada kelengkungan 20°.



Gambar 4.10 pengukuran pada kelengkungan 90°.



Gambar 4.12 pengukuran pada kelengkungan 20°.

Tabel 4.4 pengukuran tegangan flex sensor telunjuk

No	kelengkungan	Pengukuran tegangan ( volt )
1	0°	3.28
2	20°	3.76
3	40°	3.94
4	60°	4.28
5	90°	4.30

Pengukuran pada jari tengah :



Gambar 4.13 pengukuran pada kelengkungan 40°.



Gambar 4.11 pengukuran pada kelengkungan 0°.



Gambar 4.14 pengukuran pada kelengkungan 60°.



Gambar 4.15 pengukuran pada kelengkungan 90°.



Gambar 4.17 pengukuran pada kelengkungan 20°.

Tabel 4.5 pengukuran tegangan flex sensor tengah

No	kelengkungan	Pengukuran tegangan ( volt )
1	0°	3.21
2	20°	3.75
3	40°	3.87
4	60°	3.81
5	90°	4.30

Pengukuran pada jari manis :



Gambar 4.18 pengukuran pada kelengkungan 40°.



Gambar 4.16 pengukuran pada kelengkungan 0°.



Gambar 4.19 pengukuran pada kelengkungan 60°.





Gambar 4.20 pengukuran pada kelengkungan 90°.



Gambar 4.22 pengukuran pada kelengkungan 20°.

Tabel 4.6 pengukuran tegangan flex sensor jari manis

No	kelengkungan	Pengukuran tegangan ( volt )
1	0°	3.63
2	20°	3.95
3	40°	4.03
4	60°	4.06
5	90°	4.35



Gambar 4.23 pengukuran pada kelengkungan 40°.

Pengukuran pada jari kelingking :



Gambar 4.21 pengukuran pada kelengkungan 0°.



Gambar 4.24 pengukuran pada kelengkungan 60°.



Gambar 4.25 pengukuran pada kelengkungan 90°.



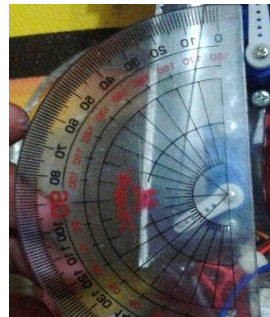
Gambar 4.26 posisi servo ketika flex 0° servo berputar 0°



Gambar 4.27 kelengkungan jari robot ketika flex 0° jari robot melengkung 10°.

Tabel 4.7 pengukuran tegangan flex sensor kelingking

No	kelengkungan	Pengukuran tegangan ( volt )
1	0°	3.77
2	20°	3.89
3	40°	3.90
4	60°	3.95
5	90°	4.03



Gambar 4.28 posisi servo ketika flex 90° servo berputar 120°



Gambar 4.29 kelengkungan jari robot ketika flex 90° jari robot melengkung 80°

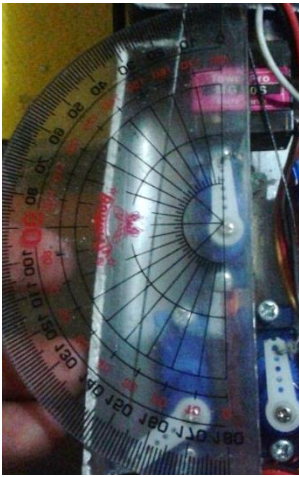
### C. Pengujian konfigurasi Flex-Sensor Pada Jari jari dan servo pada robot

Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sensor tersebut, apakah data yang dikirim sensor sesuai kelengkungan yang diterima robot pengikut dengan jari pengendali (tangan manusia, berikut gambar penguiannya :

Pengujian pada jari jempol

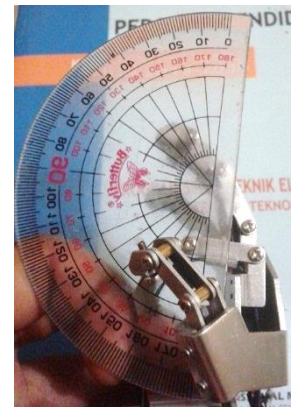
Pengujian pada jari telunjuk

Pengujian pada jari tengah



Gambar 4.30 posisi servo ketika flex 0° servo berputar 0°

Gambar 4.31 kelengkungan jari robot ketika flex 0° jari robot melengkung 20°.



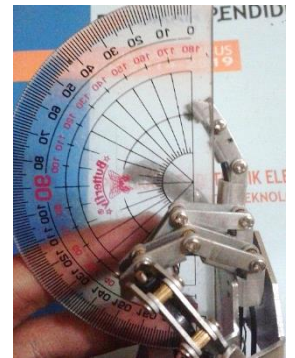
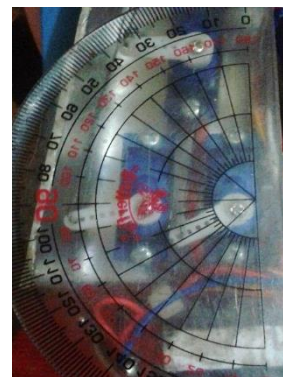
Gambar 4.34 posisi servo ketika flex 0° servo berputar 0°

Gambar 4.35 kelengkungan jari robot ketika flex 0° jari robot melengkung 30°.



Gambar 4.32 posisi servo ketika flex 90° servo berputar 90°

Gambar 4.33 kelengkungan jari robot ketika flex 90° jari robot



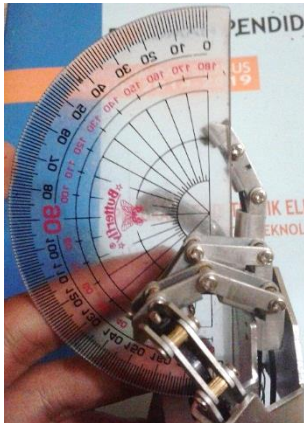
Gambar 4.36 posisi servo ketika flex 90° servo berputar 120°

Gambar 4.37 kelengkungan jari robot ketika flex 90° jari robot melengkung 90°.

Pengujian pada jari manis



Gambar 4.38 posisi servo ketika flex 0° servo berputar 0°



Gambar 4.39 kelengkungan jari robot ketika flex 0° jari robot melengkung 30°.

Pengujian pada jari kelingking



Gambar 4.42 posisi servo ketika flex 0° servo berputar 0°



Gambar 4.43 kelengkungan jari robot ketika flex 0° jari robot melengkung 10°.



Gambar 4.41 kelengkungan jari robot ketika flex 90° jari robot melengkung 80°.



Gambar 4.40 posisi servo ketika flex 0° servo berputar 120°



Gambar 4.44 kelengkungan jari robot ketika flex 90° jari robot melengkung 120°.



Gambar 4.45 kelengkungan jari robot ketika flex 90° jari robot melengkung 80°.

**D. Pengolahan sinyal dari sensor ke akuator**

Tabel 4.11 keselarasan antara sinyal dari jari jempol ke akuator pada robot

N o	Flexs sensor	tegangan ( volt )	Servo robot	Jari robot
Pada Jari Jempol				
1	0°	3.14	0°	10°
2	40°	3.59	90°	70°
3	90°	3.91	120°	80°
Pada Jari Telunjuk				
1	0°	3.28	0°	20°
2	40°	3.94	60°	40°
3	90°	4.30	90°	70°
Pada Jari Tengah				
1	0°	3.21	0°	30°
2	40°	3.87	60°	60°
3	90°	4.30	120°	90°
Pada Jari Manis				
1	0°	3.21	0°	30°
2	40°	3.87	60°	60°
3	90°	4.30	120°	80°
Pada Jari Kelingking				
1	0°	3.77	0°	10°
2	40°	3.90	90°	60°
3	90°	4.03	120°	80°

**V. PENUTUP**

**A. Kesimpulan**

Berdasarkan data-data hasil pengukuran dan setelah dilakukan proses pengumpulan data maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada posisi jari pengendali tidak bergerak (posisi home) kelengkungan jari robot pada posisi 30°.
2. Jari robot hanya dapat mengapit, seperti griper.
3. Jari robot belum sesuai dengan drajat kebebasan tangan manusia, pada derajat 45 dan derajat 90 nilainya sama.  
Tegangan yang dikeluarkan flexs berbanding lurus degan kelengkungan yang dihasilkan robot jari, semakin besar tegangan yang keluar jari robot akan semakin melengkung

**B. Saran**

Pembuatas skripsi ini tidak terlepas dari kekurangan dan kesalahan, olehkarena itu untuk selanjutnya disarankan pada pengembangannya menggunakan pengendali PID, SCADA, untuk meningkatkan keselarasan antara robot pengendali dan robot jari jari.

**V. REFERENSI**

1. Irawan, Binger Pudyastowo 2012, *Rancang Bangun Robot Pemindah Barang dengan Sistem Kontrol Berbasis Mikrokontroler*, Diakses 17 Februari 2014, dari: [http://www.polines.ac.id/teknis/upload/jurnal/jurnal\\_teknis\\_134450114\\_1.pdf](http://www.polines.ac.id/teknis/upload/jurnal/jurnal_teknis_134450114_1.pdf)
2. Maryanto., 2004, *Tangan Robot lima Jari Yang Dikendalikan Dari Tangan Manusia*, Skripsi, Universitas Surabaya.
3. Muslimin, Selamat. Dkk. 2014. *Penerapan Flexs pada lengan robot berjari pengikut gerak lengan manusia berbasis mikrokontroler*.
4. N. Fukaya, T. Asfour, R. Dillmann and S. Toyama, Development of a five-finger dexterous hand without feedback control: The TUAT/Karlsruhe humanoid hand, 2013 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Tokyo, 2013, pp. 4533-4540.
5. Petruzela, frank D., 2001 *Elektronik industry*, Yogyakarta : ANDI
6. Saputro, O.B. 2014, *Pengembangan Trainer Robot Lengan Menggunakan Kontrol Jarak Jauh Berbasis Arduino sebagai Pendukung Praktikum Robotika di Jurusan Teknik Elektro UM*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang.