

# DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KENDALI LENGAN ROBOT MENGUNAKAN LEAP MOTION

## DESIGN AND IMPLEMENTATION CONTROL SYSTEM ARM ROBOT USING LEAP MOTION

Rifki Nurgraha<sup>1</sup>, Erwin Susanto<sup>2</sup>, Ig.Prasetya Dwi Wibawa<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[Rifki.nurgraha171@gmail.com](mailto:Rifki.nurgraha171@gmail.com), <sup>2</sup>[erwinelektro@telkomuniversity.ac.id](mailto:erwinelektro@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[prasdwibawa@telkomuniversity.ac.id](mailto:prasdwibawa@telkomuniversity.ac.id).

### Abstrak

Lengan Robot adalah kontruksi robot yang memiliki aktuator berupa motor DC ataupun sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem umpan balik tertutup yang terintegrasi dalam motor DC tersebut yang disebut servo. Robot ini merupakan robot yang sangat populer dalam dunia industri dan robotika. salah satu pengembangan dalam dunia industri yaitu untuk memindahkan *tool*, material, atau peralatan tertentu. Leap Motion adalah sebuah alat berukuran kecil berbasis perangkat USB yang dapat memungkinkan seorang pengguna untuk mengontrol sebuah perangkat menggunakan gerakan. Leap Motion menangkap sensor dari gerakan tangan dan gerakan jari kita secara independen, serta benda-benda lainnya, ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol sebuah perangkat tanpa menyentuhnya, cukup menggerakkan jari di depan sensor Leap Motion. Pada tugas akhir ini akan mengintegrasikan antara Leap Motion dengan lengan robot sehingga mengendalikan lengan robot tanpa harus menyentuhnya cukup menggerakkan jari di depan sensor Leap Motion maka lengan robot akan bergerak mengikuti tangan kita. Jarak telapak tangan mempengaruhi nilai pada leap motion serta didapatkan bahwa jarak telapak tangan yang sesuai dengan mekanik lengan robot yang dibuat yaitu untuk sumbu X nilai leap motion antara 200 - 640 ( 0 - 255 ), nilai output motor servo antara 0 - 1023 ( 0 - 180 ) dan untuk sumbu Y memiliki nilai leap motion antara 200 - 450 ( 0 - 255 ), nilai output motor servo antara 512 - 920 ( 0 - 180 ) dan untuk sumbu Z memiliki nilai leap motion antara 22 - 66 ( 0 - 255 ), nilai output servo 350 - 550 ( 0 - 180 ). Tetapi dengan banyaknya noise yang membuat nilai leap motion pada sumbu X,Y,Z berubah-ubah yang sangat mempengaruhi pergerakan motor servo maka dengan nilai input 550 lengan robot menjadi tidak stabil, maka oleh karena itu untuk mendapatkan hasil yang stabil maka disarankan nilai input motor servo antara 50 - 150. Lengan robot dapat beroperasi selama 121 menit dan untuk mencapai kondisi yang maksimal maka dibutuhkan waktu selama 45 menit dengan catu daya sebesar 11.5 V - 12.5 V dan torsi maksimal 19.5 kgf.cm.

**Kata Kunci :** Leap Motion, Lengan Robot, Servo, sumbu

### Abstract

Robot arm is a construction of robots which has actuators as a DC motor or a DC motor already equipped control circuit with a closed feedback system are integrated in the so-called DC motor servo. This robot is a very popular robot in the world of industry and robotics. One of the development in the industry is to move the tool, material, or equipment with a variety of movement programs for various tasks and also to control and synchronize the devices with their work. Leap Motion is an appliance-based small-sized USB device that can allow a user to control a device using motion. In this final project will integrate between Leap Motion with a robotic arm that controls the robotic arm moving enough without having to touch a finger in front of the sensor Leap Motion, the robot arm will move to follow our hands. Distance palms affect scores on leap motion and found that the distance palms accordance with the mechanical arm robot created, namely for the X-axis value leap motion between 200-640 (0-255), the output value of the servo motor between 0-1023 (0 - 180) and for the Y axis has a value leap motion between 200-450 (0-255), the output value of the servo motor between 512-920 (0-180) and for the Z-axis has a value leap motion between 22-66 (0-255) , the output value of servo 350-550 (0-180). But with the amount of noise that makes the value leap motion on the axes X, Y, Z varies very hamper the movement of servo motors then the input value 550 robot arm becomes unstable, it is therefore to obtain stable results it is suggested value motor input servo between 50 - 150. the robotic arms can operate for 121 minutes and to achieve maximum conditions it may take as long as 45 minutes with the power supply of 11.5 V - 12.5 V and a maximum torque of 19.5 kgf.cm.

**Keywords : Robot, Leap Motion, Arm Robot, Axis**

## 1. Pendahuluan

Pada era globalisasi saat ini perkembangan teknologi semakin maju dengan pesat. Hampir setiap detik terjadi inovasi-inovasi baru terhadap teknologi yang mempunyai pengaruh besar dalam membantu mempermudah pekerjaan manusia. Robotika memberikan pendekatan yang efisien dalam pengembangan alat bantu, karena fungsinya yang ditingkatkan. Kemudahan yang diberikan robot telah meluas di berbagai industri mulai dari manufaktur untuk perawatan kesehatan hingga hal yang paling nyata dalam produktivitas yang diberikan oleh robot antara lain seperti, keamanan, uang dan waktu. Semakin banyak penelitian yang sedang difokuskan dalam menyajikan pendekatan baru pada *Ambient Assisted Living* atau alat bantu bagi kehidupan manusia yang menjanjikan untuk mengatasi kebutuhan orang tua alias penuaan dan orang yang memiliki fisik tidak normal atau cacat. Dikarenakan orang tersebut menghadapi berbagai tantangan dalam menjalankan tugas-tugas sederhana di kegiatan sehari-hari. Tujuan penting dari *Ambient Assisted Living* adalah untuk memberikan kontribusi pada kualitas hidup orang tua dan cacat dan membantu mereka untuk mempertahankan gaya hidup mandiri dan untuk meningkatkan aksesibilitas ketika mengambil sebuah benda dengan menggunakan sistem lengan robot. Oleh karena itu dirancanglah sebuah alat dengan teknologi yang sedang berkembang saat ini yaitu integrasi antara perangkat Leap Motion dengan Lengan robot sehingga dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari, sederhana namun sangat efektif.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Konsep Dasar Robot

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan). Istilah robot berawal bahasa Cheko “robota” yang berarti pekerja atau kuli yang tidak mengenal lelah atau bosan. Pada hakekatnya robot mengandung beberapa unsur, yaitu: programmable, automatic (otomatis), Manipulator (perangkat manipulasi), Human like ( mempunyai kemiripan dengan manusia)..

### 2.2 Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Arduino Mega2560 adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560 (datasheet ATmega2560). Arduino Mega2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset.

Tabel 1 Fitur Arduino Mega 2560

Mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan Operasi	5V
Input Voltage (disarankan)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Pin Digital I/O	54 (yang 15 pin digunakan sebagai output PWM)
Pins Input Analog	16
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA

### 2.3 Motor Servo Dynamixel AX-12A

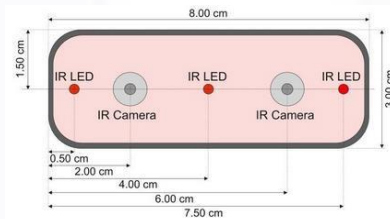
Motor servo dynamixel AX-12A merupakan motor servo dynamixel yang memiliki tipe paling rendah dibandingkan seri RX,MX dan servo yang paling populer karena digunakan pada kit robot Bioloid Premium, Comprehensive, dan Beginner.

Tabel 2 Deskripsi Motor Servo Dynamixel AX-12A

<b>Operating Voltage</b>	<b>12V</b>
<b>Stall Torque*</b>	15.3 kg·cm 212 oz·in
<b>No-load Speed</b>	59 RPM 0.169sec/60°
<b>Weight</b>	55g
<b>Size</b>	32 x 50 x 40 mm
<b>Resolution</b>	0.29°
<b>Reduction Ratio</b>	1/254
<b>Operating Angle</b>	300° or Continuous Turn
<b>Operating Voltage</b>	9-12V (Recommended Voltage 11.1V)
<b>Max Current</b>	900 mA
<b>Standby Current</b>	50 mA

### 2.4 Leap Motion

Leap Motion sebuah alat berukuran kecil berbasis perangkat USB yang dapat memungkinkan seorang pengguna untuk mengontrol sebuah perangkat menggunakan gerakan. leap motion menangkap sensor dari gerakan tangan dan gerakan jari kita secara independen, serta benda-benda lainnya, ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol sebuah perangkat tanpa menyentuhnya, cukup menggerakkan jari di depan sensor leap motion.. Leap motion Menggunakan dua kamera IR monokromatik dan tiga inframerah LED, perangkat Leap motion mengamati daerah sekitar setengah bola, dengan jarak sekitar 1 meter (3,28084 kaki).

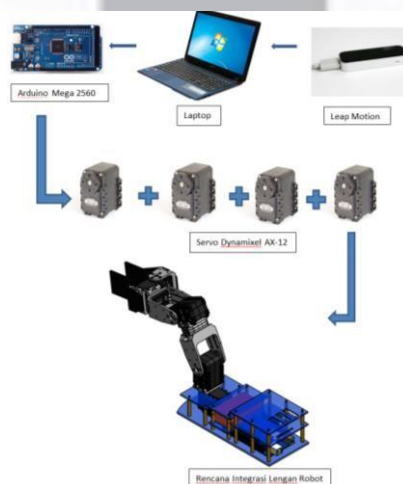


Gambar 1 Leap Motion

## 3. Pembahasan

### 3.1 Perancangan Alur Sistem

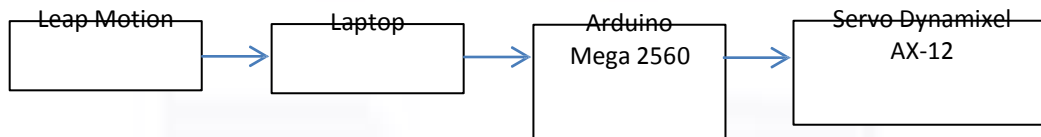
Perancangan robot berawal dari pembuatan diagram perancangan alur sistem, dimana robot yang akan diimplementasikan adalah gabungan- gabungan beberapa *hardware* yang menjadi satu kesatuan sistem dalam robot yang dapat berjalan sesuai dengan perintah leap motion. Berikut gambar diagram perancangan alur sistem :



Gambar 2 Diagram Perancangan Alur Sistem

Gambar 2 merupakan perancangan umum sistem yang terdiri dari perangkat keras Leap Motion, Laptop, Arduino Mega 2560, dan Servo. Leap motion merupakan perangkat utama pada tugas akhir ini karena memiliki fungsi untuk mengontrol semua servo yang ada pada lengan robot dengan memberikan input berupa nilai yaitu nilai pada sumbu X Leap Motion untuk servo pertama (base rotation arm robot), nilai pada sumbu Y leap Motion untuk servo kedua (shoulder flex arm robot) dan servo ketiga (elbow flex arm robot), dan nilai pada sumbu Z Leap Motion untuk servo keempat (mechanical gripper arm robot). Laptop sebagai media untuk memberikan data berupa nilai sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z dari Leap Motion ke Arduino mega 2560 yang akan dibaca oleh servo dengan menggunakan komunikasi serial berupa port USB. Gambaran umum dari sistem ini adalah dengan meletakkan telapak tangan atau kaki di atas perangkat keras leap motion kemudian perangkat leap motion akan membaca nilai pada sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z telapak tangan atau kaki. nilai pada sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z akan di olah pada perangkat keras Laptop dan akan diberikan kepada Arduino Mega 2560. Perangkat Arduino mega 2560 akan memberikan nilai Sumbu X untuk servo pertama (base rotation arm robot), nilai sumbu Y untuk servo kedua (shoulder flex arm robot) dan servo ketiga (elbow flex arm robot), dan nilai sumbu Z untuk servo keempat (mechanical gripper arm robot).

**3.2 Perancangan Kontrol**

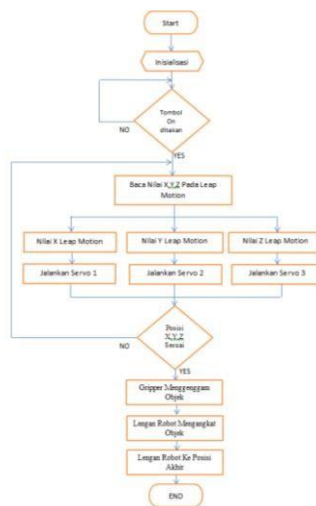


Gambar 3 Diagram Blok Sistem

Gambar 3 merupakan diagram blok sistem dari keseluruhan alat. Cara kerjanya pertama letakan telapak tangan maupun telapak kaki atau benda yang memiliki kerangka berupa telapak tangan maupun kaki di atas perangkat keras leap motion kemudian perangkat leap motion akan membaca nilai pada sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z telapak tangan maupun kaki atau benda yang memiliki kerangka berupa telapak tangan maupun kaki. nilai pada sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z akan di olah pada perangkat keras laptop dan akan diberikan kepada Arduino Mega 2560 sehingga laptop memiliki fungsi sebagai media antara leap motion dengan lengan robot. Nilai tersebut digunakan sebagai input mikrokontroler perangkat keras Arduino mega 2560 maka Arduino mega 2560 akan memberikan nilai Sumbu X untuk mengaktifkan servo pertama (base rotation arm robot), nilai sumbu Y untuk mengaktifkan servo kedua (shoulder flex arm robot) dan servo ketiga (elbow flex arm robot), dan nilai sumbu Z untuk mengaktifkan servo keempat (mechanical gripper arm robot).

**3.3 Perancangan Diagram Alir Sistem**

Pada perancangan diagram sistem lengan robot menggunakan leap motion akan terjadi inisialisasi setelah terjadi inisialisasi maka sensor leap motion akan membaca sebuah nilai dari telapak tangan / kaki atau benda yang memiliki kerangka seperti telapak tangan atau kaki, nilai ini berupa nilai dari sudut Cartesian leap motion yaitu nilai sumbu X, nilai sumbu Y, dan nilai sumbu Z.



Gambar 4 Diagram Alir Sistem

### 3.4 Pengujian

- Cara Pengujian :  
Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan telapak tangan atau kaki diatas perangkat leap motion. Jarak maksimal leap motion sekitar 1 meter setengah lingkaran bola dan jarak posisi telapak tangan atau kaki dibuat antara 0 – 30 cm dengan titik tengah sebesar 15cm dari atas kebawah untuk pengujian nilai Y, dari kiri kekanan untuk pengujian nilai X, dari depan ke belakang untuk pengujian nilai Z leap motion.



Gambar 5 Posisi Pengujian Nilai Y



Gambar 6 Posisi Pengujian Nilai X



Gambar 7 Posisi Pengujian Nilai Z

Persamaan sumbu X leap motion :

$$X = \left( \frac{\text{Nilai 8 bit dari bilangan biner (0-255)} \cdot 440}{255} \right) + 200$$

Persamaan sumbu Y leap motion :

$$Y = \left( \frac{\text{Nilai 8 bit dari bilangan biner (0-255)} \cdot 250}{255} \right) + 200$$

Persamaan sumbu Z leap motion :

$$Z = \left( \frac{\text{Nilai 8 bit dari bilangan biner (0-255)} \cdot 44}{255} \right) + 22$$

• Hasil Pengujian :

Data yang dihasilkan dari pengujian yang telah dilakukan dengan memperhatikan tinggi telapak tangan / kaki dan nilai leap motion yang meliputi nilai X untuk sumbu X leap motion, nilai Y untuk sumbu Y leap motion, Nilai Z untuk sumbu Z leap motion. Hasil pengujian nilai leap motion berdasarkan jarak telapak tangan / kaki untuk nilai X motor servo pertama ( base rotation ) pada tabel 1, untuk nilai Y motor servo kedua ( shoulder flex ) pada tabel 2, untuk nilai Y motor servo ketiga ( elbow flex ) pada tabel 3, untuk nilai Z motor servo ketiga ( mechanical gripper ) pada tabel 4.

Tabel 1 Pengujian Nilai X Leap Motion pada Motor Servo Pertama

Jarak Telapak Tangan / Kaki (cm)	Nilai X (200 – 640)	Nilai X dari 8 bit Bilangan Biner (0 – 255)	Nilai Servo Pertama ( Base Rotation ) (0 – 1023)
0	200	0	1023
5	200	0	1023
10	260.5 ± 0.7	35.12 ± 0.7	830 ± 1
15	352.36 ± 0.9	88.3 ± 0.9	535 ± 2
20	457.61 ± 0.9	149.3 ± 0.9	182 ± 1
25	566.3 ± 0.8	212.3 ± 0.8	0
30	640	255	0

Tabel 2 Pengujian Nilai Y Leap Motion pada Motor Servo Kedua

Jarak Telapak Tangan / Kaki (cm)	Nilai Y ( 200 – 450 )	Nilai Y dari 8 bit Bilangan Biner ( 0 – 255 )	Nilai Servo Kedua ( Shoulder Flex ) ( 511 - 920 )
0	450	255	920
5	450	255	920
10	$411.76 \pm 0.7$	$216 \pm 0.7$	920
15	$370.19 \pm 0.4$	$173.6 \pm 0.4$	$531 \pm 2$
20	$315 \pm 0.2$	$117.3 \pm 0.2$	$639 \pm 1$
25	$271.76 \pm 0.8$	$73.2 \pm 0.8$	$746 \pm 1$
30	200	0	511

Tabel 3

Pengujian Nilai Y Leap Motion pada Motor Servo Ketiga

Jarak Telapak Tangan / Kaki (cm)	Nilai Y ( 200 – 450 )	Nilai Y dari 8 bit Bilangan Biner ( 0 – 255 )	Nilai Servo Ketiga ( Elbow Flex ) ( 511 - 920 )
0	450	255	920
5	450	255	920
10	$411.76 \pm 0.7$	$216 \pm 0.7$	920
15	$370.19 \pm 0.4$	$173.6 \pm 0.4$	$531 \pm 2$
20	$315 \pm 0.2$	$117.3 \pm 0.2$	$639 \pm 1$
25	$271.76 \pm 0.8$	$73.2 \pm 0.8$	$746 \pm 1$
30	200	0	511

Tabel 4 Pengujian Nilai Z Leap Motion pada Motor Servo Keempat

Jarak Telapak Tangan / Kaki (cm)	Nilai Z ( 22 – 66 )	Nilai Y dari 8 bit Bilangan Biner ( 0 – 255 )	Nilai Servo Keempat ( Mechanical Gripper ) ( 350 - 550 )
0	22	0	350
5	$31.041 \pm 0.3$	$52.4 \pm 0.3$	$414 \pm 1$
10	$42.41 \pm 0.7$	$118.3 \pm 0.7$	$473 \pm 1$
15	$51.5 \pm 0.7$	$171.2 \pm 0.7$	$543 \pm 2$
20	$63.9 \pm 0.6$	$243 \pm 0.2$	550
25	66	255	550
30	66	255	550

#### 4. Kesimpulan

- Jarak telapak tangan / kaki mempengaruhi nilai pada leap motion serta didapatkan bahwa jarak telapak tangan / kaki yang sesuai dengan mekanik lengan robot yang dibuat yaitu untuk sumbu X nilai leap motion antara 200 - 640 ( 0 - 255 ), nilai output motor servo antara 0 - 1023 ( 0 - 180 ) dan untuk sumbu Y memiliki nilai leap motion antara 200 - 450 ( 0 - 255 ), nilai output motor servo antara 512 - 920 ( 0 - 180 ) dan untuk sumbu Z memiliki nilai leap motion antara 22 - 66 ( 0 - 255 ), nilai output servo 350 - 550 ( 0 - 180 ).
- Nilai Leap Motion yang suka berubah dikarenakan posisi telapak tangan yang tidak pas dengan posisi sebenarnya dan permukaan leapmotion yang tidak bersih sehingga membuat nilai inputan leap motion menjadi salah.

#### Daftar Pustaka :

- [1] Bassily, D.; Georgoulas, C.; Guettler, J.; Linner, T.; Bock, T., "Intuitive and Adaptive Robotic Arm Manipulation using the Leap Motion Controller," in *ISR/Robotik 2014; 41st International Symposium on Robotics; Proceedings of*, vol., no., pp.1-7, 2-3 June 2014
- [2] Dunbabin, Matthew dan Lino Marques: " *Robotics for Environmental Monitoring*". *IEEE Robotics & Automation Magazine*, Maret 2012
- [3] Agung Pratama, Milfan : " *Desain dan Implementasi Mobile Drone Robot : Metode Kontrol pada Robot*". Bandung : Universitas Telkom 2014.
- [4] Arduino, Arduino Board Mega 2560, <http://www.arduino.cc/en/main/> ArduinoBoardMega2560 ( diakses pada tanggal 24 september 2015)
- [5] Sujarwata : " *Pengendali Motor Servo Berbasis Mikrokontroler Basic Stamp 2SX untuk Mengembangkan Sistem Robotika* " Semarang : Universitas Negeri Semarang (UNNES) Semarang 2013
- [6] <http://www.trossenrobotics.com/dynamixel-ax-12-robot-actuator.aspx> ( diakses pada tanggal 25 september 2015 )
- [7] Frank Weichert.; Daniel Bachmann.; Bartholomäus Rudak.; Denis Fisseler., "Analysis of the Accuracy and Robustness of the Leap Motion Controller" ; licensee MDPI, Basel, Switzerland. 14 Mei 2013.
- [8] LeapMotion, <http://www.leapmotion.com> ( diakses pada tanggal 25 september 2015 )
- [9] Tsui Katherine, Yanco Holly, Kontak David and Beliveau Linda, " Development and Evaluation of A Flexible Interface for A Wheelchair Mounted Robotic Arm", Proc of the 2008 IEEE International Conference on Human Robot Interaction, pp. 106-112, Netherland, 2008.