

Pengendalian Lengan Robot Pemindah Objek Dengan *Smartphone* Android

Frangki R. Misah, Sherwin R.U.A. Sompie, ST., MT, M. Dwisnanto Putro, ST., M.Eng.
Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115, Email: misahfr@gmail.com

Abstrak - Pembuatan robot-robot dengan keistimewaan khusus sangat berkaitan erat dengan adanya kebutuhan dalam dunia industri modern yang menuntut adanya suatu alat dengan kemampuan yang tinggi yang dapat membantu menyelesaikan pekerjaan manusia ataupun untuk menyelesaikan pekerjaan yang tidak mampu diselesaikan oleh manusia.

Pada umumnya sistem kendali robot dengan *smartphone* android dikembangkan agar robot tersebut dapat berfungsi dengan baik dan dapat melakukan kerja sesuai tugas yang diberikan. Pada tugas akhir ini akan dibahas prototipe robot pemindah objek dengan menggunakan robot 4 derajat kebebasan. Perancangan sistem ini diimplementasikan dengan mengendalikan lengan robot pemindah objek secara jarak jauh yang digerakkan melalui mikrokontroler. Sistem pengendalian jarak jauh yang dibangun memanfaatkan teknologi *smartphone* dengan sistem operasi Android. Dengan memanfaatkan perangkat keras yang sudah terdapat di *smartphone* Android berupa pengaturan *wi-fi* dan *bluetooth* maka kita dapat membuat aplikasi berdasarkan fungsi tersebut.

Dari hasil tersebut tampak bahwa sistem telah bekerja dengan baik. Hasil yang dicapai dalam penelitian ini adalah dengan kemampuan tersebut diharapkan lengan robot dapat berfungsi sebagai robot pemindah objek.

Kata Kunci : Android, Komunikasi Serial, Lengan Robot, *Smartphone*

Abstract - Manufacture robots with special privileges are intimately associated with the need in the modern industrial world requires a device with high ability who can help resolve human work or to complete the work which was not able to be solved by man.

In this final project will discuss the transfer robot prototype object by using the four degrees of freedom. The design of this system is implemented by controlling a robotic arm transfer objects remotely driven by the microcontroller. Remote control systems are built using the latest technology smartphone with Android operating system. By utilizing the hardware already present in the form of setting Android smartphone wi-fi and bluetooth then we can create applications based on these functions.

From these results, the system has worked well. The results achieved in this research is the ability of the robot arm can function as transfer robot object.

Keywords: Android, Robot Arm, Serial Communication, *Smartphone*.

I. PENDAHULUAN

Teknologi robot pada masa sekarang ini berkembang dengan sangat pesat mengimbangi kemajuan teknologi yang ada. Saat ini perkembangan teknologi robotika telah mampu meningkatkan kualitas maupun kuantitas produksi berbagai pabrik. Teknologi robot juga telah menjangkau sisi hiburan dan pendidikan bagi manusia. Pembuatan robot dengan keistimewaan khusus sangat berkaitan erat dengan adanya kebutuhan dalam dunia industri modern yang menuntut adanya suatu alat dengan kemampuan yang tinggi yang dapat membantu menyelesaikan pekerjaan manusia atau pun untuk menyelesaikan pekerjaan yang tidak mampu diselesaikan oleh manusia.

Pemanfaatan robot dalam bidang perindustrian sangat banyak dilakukan. Penggunaan robot berdasarkan dari sifat robot itu sendiri yang dapat melakukan pekerjaan berulang – ulang, tidak mudah lelah, ketelitian dan kecepatan dalam menyelesaikan tugas, dapat diprogram ulang sehingga dapat difungsikan untuk beberapa tugas yang berbeda, lebih sedikit melakukan kesalahan dibandingkan manusia, menghemat biaya produksi, serta berbagai keuntungan lainnya, sehingga sangat bagus untuk meningkatkan daya produktifitas industri. Selain itu, industri yang memiliki beberapa *plant* dengan tingkat resiko bahaya yang cukup tinggi harus melakukan implementasi teknik pengendalian dan pemantauan melalui jarak jauh (teleoperasi). Salah satu aplikasi teknologi robot yang banyak digunakan dalam pabrik ataupun dunia industri modern adalah jenis robot lengan. Dalam sistem kendali robot, permasalahan *interfacing* untuk mengontrol dipandang kurang efektif dan efisien.

Perancangan sistem ini diimplementasikan dengan mengendalikan lengan robot pemindah objek secara jarak jauh yang digerakkan melalui mikrokontroler. Sistem pengendalian jarak jauh yang dibangun memanfaatkan teknologi *smartphone* dengan sistem operasi Android. Dengan memanfaatkan perangkat keras yang sudah terdapat di *smartphone* Android berupa pengaturan *wi-fi* dan *bluetooth* maka kita dapat membuat aplikasi berdasarkan fungsi tersebut. Selain itu dalam proses pembuatan aplikasi tentunya tidak berbayar dan dapat dilakukan dengan bebas.

II. LANDASAN TEORI

A. Sistem Kendali

Sistem kendali adalah kumpulan komponen yang bekerja sama di bawah arahan dari sebuah atau beberapa mesin cerdas (*machine intelligence*). Sistem kendali terdiri dari dua model sistem dasar, yakni sistem kendali lup terbuka (gambar 1) dan sistem kendali lup tertutup (gambar 2)

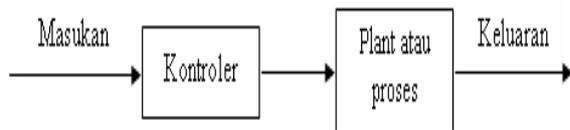
B. Robotika

Istilah robot pertama kali diperkenalkan dalam bahasa Inggris pada tahun 1921 oleh seorang dramawan Cekoslowakia yang bernama Karl Capek dalam dramanya yang berjudul R.U.R (*Rossum's Universal Robots*). Pada karya dramanya ini, robot dipakai untuk mengistilahkan sebuah makhluk kecil yang dibuat menyerupai manusia dan memiliki kemampuan kerja yang tak pernah lelah.

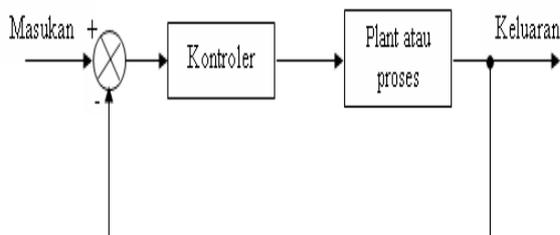
1) Sistem Lengan Robot

Sistem Lengan adalah bagian atau anggota badan robot selain sistem roda atau kaki. Dalam konteks *mobile robot*, bagian tangan ini dikenal sebagai manipulator yaitu sistem gerak yang berfungsi untuk memanipulasi (memegang, mengambil, mengangkat, memindah atau mengolah) objek.

Derajat kebebasan adalah ruang batas pergerakan dari sebuah lengan robot. Jumlah derajat kebebasan tergantung dari arah gerakan dari sebuah robot itu sendiri, misalnya gerakan vertikal atas bawah, atau gerak putar kanan atau kiri. Sehingga bila sebuah lengan robot dapat bergerak vertikal atas atau bawah dan gerak putar kanan atau kiri maka lengan tersebut dapat dikatakan memiliki dua derajat kebebasan. Bila derajat-derajat tersebut digabungkan maka seakan-akan robot tersebut akan menjadi sebuah lengan yang dapat bergerak dengan dua gerakan sekaligus. (lihat gambar 3).



Gambar 1. Sistem Kendali Loop Terbuka



Gambar 2. Sistem Kendali Loop Tertutup

C. Analisis Kinematika

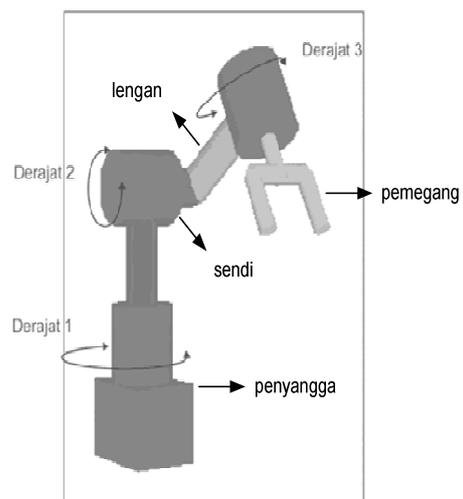
Untuk dapat menentukan posisi atau sudut dari robot lengan maka dibutuhkan suatu perhitungan *kinematics*. *Kinematics* dalam robotika adalah suatu bentuk pernyataan yang berisi tentang deskripsi matematik geometri dari suatu struktur robot. Dari persamaan *kinematics* dapat diperoleh hubungan antara konsep geometri ruang sendi pada robot dengan konsep koordinat yang biasa dipakai untuk menentukan kedudukan dari suatu objek. Dengan analisa *kinematics*, *programmer* dapat menentukan referensi input yang harus diberi ketiap aktuator agar robot dapat melakukan gerakan untuk mencapai posisi yang dikehendaki.

D. Arduino

Arduino adalah *platform* pembuatan prototipe elektronik yang bersifat *open-source hardware* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. *Platform* arduino terdiri dari arduino *board*, *shield*, bahasa pemrograman arduino, dan arduino *development environment*. Arduino *board* biasanya memiliki sebuah chip dasar mikrokontroler Atmel AVR ATmega8 berikut turunannya.

E. Karakteristik Motor Servo

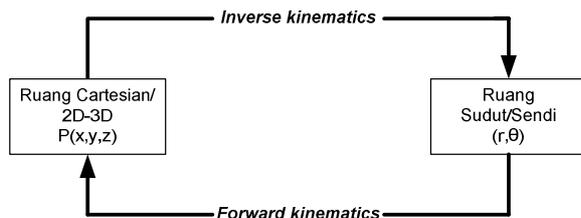
Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.



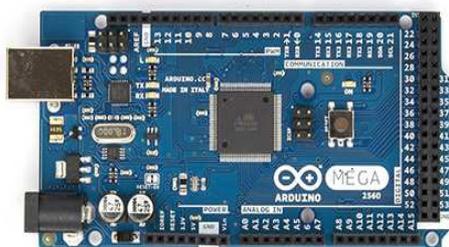
Gambar 3. Sistem Lengan Robot

F. Android

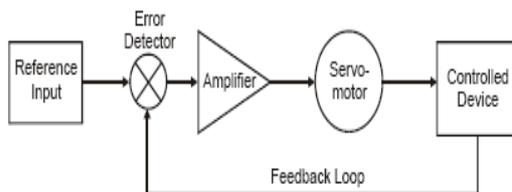
Android merupakan sistem operasi *mobile* yang tumbuh di tengah sistem operasi lainnya yang berkembang dewasa ini. Sistem operasi lainnya seperti Windows Mobile, i-Phone OS, Symbian dan masih banyak lagi juga menawarkan kekayaan isi dan keoptimalan berjalan di atas perangkat *hardware* yang ada. Akan tetapi, sistem operasi yang ada ini berjalan dengan memprioritaskan aplikasi inti yang dibangun sendiri tanpa melihat potensi yang cukup besar dari aplikasi pihak ketiga. Oleh karena itu, adanya keterbatasan distribusi aplikasi pihak ketiga untuk *platform* mereka. Android menawarkan sebuah lingkungan yang berbeda untuk pengembang. Setiap aplikasi memiliki tingkatan yang sama. Android tidak membedakan antara aplikasi inti dengan aplikasi pihak ketiga. *Application Programming Interface (API)* yang disediakan menawarkan akses ke *hardware*, maupun data-data ponsel sekalipun, atau data sistem sendiri. Bahkan pengguna dapat menghapus aplikasi inti dan menggantikannya dengan aplikasi pihak ketiga.



Gambar 4. Transformasi Invers Kinematik dan Forward Kinematik



Gambar 5. Arduino

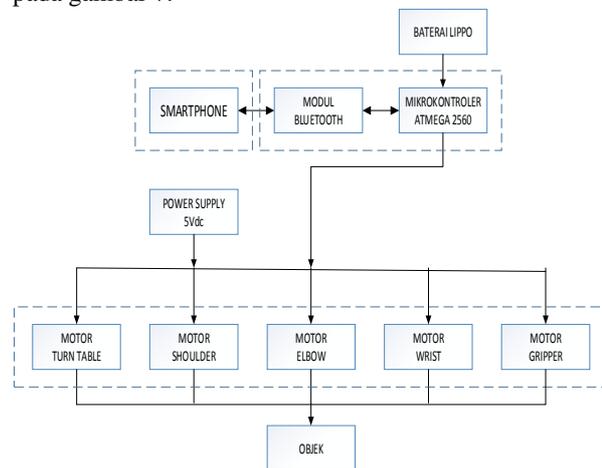


Gambar 6. Diagram Blok Motor Servo

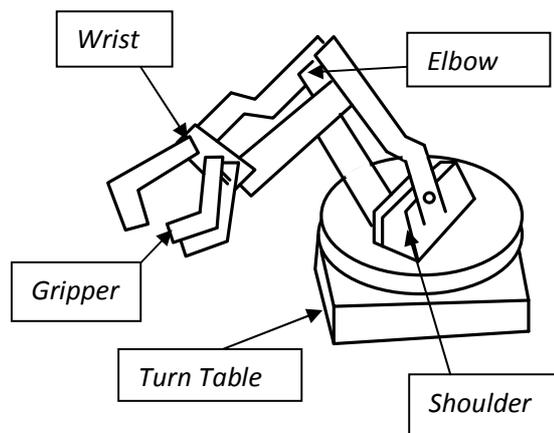
III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Konsep Dasar Perancangan Alat

Dalam perancangan lengan robot pemindah objek ini memerlukan konsep yang matang guna mendapat hasil yang sesuai tujuan. Pemilihan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang merupakan implementasi sistem mekanik dan sistem kontrol pada lengan robot sangat mempengaruhi perancangan lengan robot, sehingga lengan robot menjadi lebih akurat dalam pengendalian objek sesuai dengan perintah yang diberikan melalui *smartphone*. Konsep dasar merupakan pedoman untuk merencanakan sesuatu dalam melakukan rancangan (desain), dimana konsep ini memuat langkah-langkah dan petunjuk untuk menentukan sesuatu penunjang yang dibutuhkan dalam mendesain. Diagram blok sistem kendali lengan robot pemindah objek dengan *smartphone* android dapat dilihat pada gambar 7.



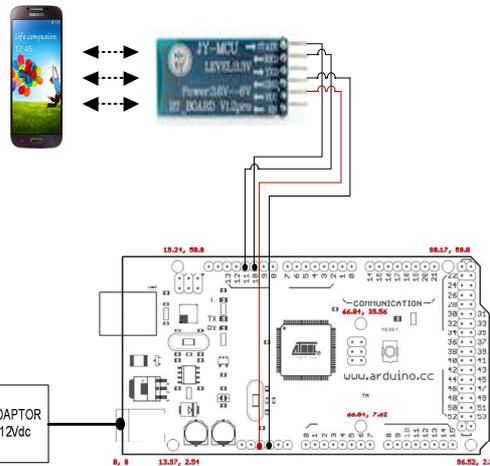
Gambar 7. Diagram Blok Lengan Robot



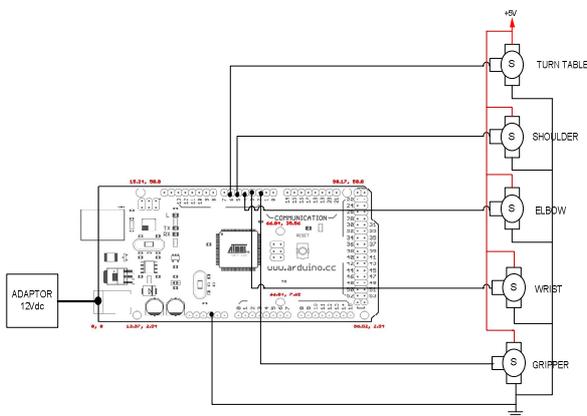
Gambar 8. Desain Lengan Robot Pemindah Objek



Gambar 9. Power Suplay



Gambar 11. Koneksi Bluetooth HC-05 dengan Mikrokontroler



Gambar 10. Koneksi Mikrokontroler dan Motor Servo

B. Perancangan Perangkat Keras

Membicarakan soal robot, tidak lepas dari unsur mekanik sebagai kerangka robot. Kerangka robot dibuat dari bahan plat almunium.

Pada perancangan perangkat keras untuk pengendalian lengan robot dengan smartphone android meliputi Arduino Mega 2560, *Smartphone*, Bluetooth HC-05, Regulator 5V, motor servo, dan baterai lipo. Untuk desain lengan robot lihat gambar 8.

1) Perangkat Keras Pengontrol Lengan Robot

Adiuno mega 2560 adalah *board* mikrokontroler berbasis ATMega 2560. Arduino Mega 2560 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. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel *USB* dan power dihubungkan dengan adaptor DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. (lihat gambar 11).

2) Perancangan Komunikasi Smartphone dengan Mikrkontroler

Untuk menginformasikan koordinat objek ke mikrokontroler maka diperlukan suatu alat komunikasi yang tersedia antara kedua *device*. Dalam proses pengiriman data dari *smartphone* ke mikrokontroler digunakan modul *Bluetooth HC-05*.

Dalam penyambungan anantara mikrokontroler dengan *smartphone* digunakan pin PWM. Dimana untuk TX menggunakan pin 10 dan RX menggunakan pin 11. (lihat gambar 12).

3) Catu Daya

Catu daya yang digunakan terdiri atas dua, yaitu suplay untuk mikrokontroler dan motor servo.

Suplay untuk mikorokontroler. Digunakan untuk mensuplay tegangan ke mikrokontroler untuk mengirimkan data pada motor servo.

Suplay untuk motor servo Pada suplay ini ada tiga power suplay yang digunakan, hal ini dilakukan agar supaya tidak terjadi gangguan tegangan untuk masing – masing servo dimana untuk keluarannya dapat diatur anatar 0.8V – 24V dengan arus 12A. Untuk menggerakkan motor servo masing – masing suplay diatur keluarannya sebesar 5.5V (lihat gambar 9).

C. Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak untuk pengendalian lengan robot pemindah objek dengan *smartphone* android Bahasa pemograman mikrokontroler yang digunakan adalah bahasa C++ dengan kompiler Arduino IDE.

Lengan robot pemindah objek dengan *smartphone* android dirancang untuk bisa mengambil dan memindahkan objek sesuai dengan perintah yang diberikan.

Gambar 12 merupakan diagram alir lengan robot pemindah objek.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kali ini ditujukan pada pengujian lebar pulsa dalam penentuan sudut putar servo, pengujian gerak servo dalam pengambilan objek, pengujian berat objek dan pengukuran jarak transmisi dari *smartphone* ke mikrokontroler.

A. Pengujian Lebar Pulsa Motor Servo

Dalam pengujian sudut servo ditentukan oleh lebar pulsa yang kita berikan dalam hal ini yaitu servo data. Sebuah servo *standard* dapat diatur posisinya dari 0 sampai dengan 180 derajat. Metode yang digunakan dalam pengukuran lebar pulsa adalah dengan mengamati putaran dan pengukuran sudut menggunakan mistar busur, pengaturan posisi putaran motor servo diatur menggunakan *timed pulse*, antara 1.25 *milliseconds* (0 derajat) dan 1.75 *milliseconds* (180 derajat) 1.5 *milliseconds* (90 derajat). Waktu yang digunakan ini bervariasi dari tiap manufaktur servo. Apabila *pulse* yang digunakan dikirim setiap 25-50 *milliseconds* maka servo akan bergerak dengan sangat halus. Salah satu kelebihan Arduino adalah disediakannya *software library* yang memungkinkan untuk

menggerakkan beberapa servo dengan kode yang sederhana.

B. Pengujian Jangkauan Kerja Lengan Robot

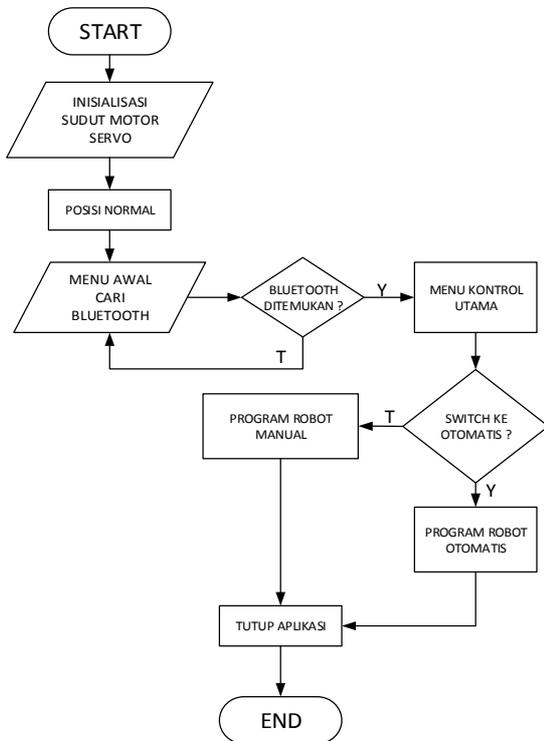
Pengujian ini yang dilakukan adalah mekanik yang dibuat dapat menggantikan fungsi dari penjepit selang infus yang berfungsi untuk mengatur laju dari tetesan cairan infus dengan cara menjepit ataupun melonggarkan selang infus. Berikut ini adalah hasil pengujian mekanik otomatis infus yang dapat dilihat pada Tabel.IV.

Dari hasil pengujian yang dilakukan semakin besar sudut motor servo yang diberikan maka jumlah tetesan yang terjadi akan semakin lambat sedangkan semakin kecil sudut motor servo yang diberikan maka jumlah tetesan yang terjadi akan semakin cepat.

C. Pengujian Transmisi Smartphone ke Mikrokontroler

Pengukuran jarak transmisi bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh bluetooth dapat berhubungan dan mampu membawa perintah dari *smartphone* ke mikrokontroler. Jarak jangkauan maksimum bluetooth adalah 10 meter. Pengujian yang dilakukan dengan dua metode yaitu pengujian jarak tanpa halangan dan pengujian jarak dengan banyak halangan untuk menghambat transmisi data, seperti lemari dan perabotan rumah lainnya.

Dalam menggunakan komunikasi serial antara dua *device* dalam hal ini *Smartphone* dan Mikrokontroler maka diperlukan pengaturan *baud rate* yang tepat dimana kedua *device* harus diatur pada *baud rate* (kecepatan transmisi) yang sama.



Gambar 12. Diagram Alir Lengan Robot Pemindah Objek

TABEL I. PENGUJIAN LEBAR PULSA PADA SERVO HS – 422,HS-625MG, DAN HS – 805BB⁺

No	Sudut Motor Servo (°)	Lebar Pulsa (µs)
1.	0	550
2	30	750
3	45	900
4	60	1150
5	90	1400
6	180	2250

TABEL II. PENGUJIAN LEBAR PULSA PADA SERVO TOWER PRO MG-945

No	Sudut Motor Servo (°)	Lebar Pulsa (µs)
1.	0	350
2	30	550
3	45	850
4	60	1050
5	90	1250

6	180	2050
---	-----	------

TABEL III. PENGUJIAN JANGKAUAN KERJA LENGAN ROBOT

Link	Panjang (cm)	Sudut (derajat)
1	0	180
2	17	180
3	13	180
4	10	180

TABEL IV. HASIL PENGUJIAN TRANSMISI TANPA HALANGAN

No	Jarak (m)	Pengujian I	Pengujian II	Pengujian III	Pengujian IV	Pengujian V
1	1	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
2	2	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
3	3	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
4	4	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
5	5	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
6	6	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
7	7	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
8	8	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
9	9	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
10	10	Terkirim	Terkirim	Tidak Terkirim	Terkirim	Terkirim
	Error	0%	0%	10%	0%	10%
	Error Rata/Rata	2%				

TABEL V. HASIL PENGUJIAN JARAK TRANSMISI DENGAN HALANGAN

No	Jarak (m)	Pengujian I	Pengujian II	Pengujian III	Pengujian IV	Pengujian V
1	1	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim

2	2	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
3	3	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
4	4	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
5	5	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
6	6	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
7	7	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
8	8	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
9	9	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim	Terkirim
10	10	Tidak Terkirim				
	Error	10%	10%	10%	10%	10%
	Error Rata/Rata	10%				

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pembahasan dalam perancangan sistem Lengan Robot Pemindah Objek Dengan *Smartphone* Android, maka dapat disimpulkan beberapa hal terkait dengan pelaksanaan dan hasil dari penelitian yaitu:

Dalam pengujian lebar pulsa pada kedua jenis motor servo, diperoleh nilai yang linier antara sudut putar dan lebar pulsa yang diberikan dimana semakin besar lebar pulsa yang diberikan maka semakin besar pula sudut yang dibentuk oleh motor servo.

Dalam pengujian jangkauan lengan robot diperoleh jangkauan maksimal adalah 40 cm, dimana masing – masing link diberi sudut maksimal 180 derajat.

Untuk pengujian transmisi *Bluetooth* tanpa halangan diperoleh error sebesar 2 % sedangkan untuk pengujian transmisi dengan halangan diperoleh error sebesar 10 %.

B. Saran

Dilakukan simulasi pergerakan motor servo terlebih dahulu akan lebih baik dalam penentuan lebar pulsa pada motor servo.

Dapat dikembangkan menggunakan komunikasi nirkabel dengan *Ethernet Shield* atau *Wi-Fi Shield* agar dapat dilakukan pengendalian jarak yang lebih jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Arduino*, 2014. Tersedia di : www.arduino.cc.
- [2] A.Kadir, "*Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*". Andi. Yogyakarta. 2012.
- [3] F.Mampa, "Pengendalian Lengan Robot Pindah Objek Dengan Kemiripan Bentuk Menggunakan Analisis Kinematika", *Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado*, 2011.
- [4] K.Ogata, "*Teknik Kontrol Automatik*". Erlangga. Jakarta. 1996
- [5] M.D.Putro, "*Rancang Bangun Robot Cerdas Semut Menggunakan Mikrokontroler AVR ATmega 16 Untuk Menentukan Lintasan Terpendek*". *Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi. Manado*. 2010
- [6] *Tutorial Arduino – Servo*, 2015, tersedia di : famosastudio.com/2011/07/tutorial/tutorial-arduino-servo/128.