



PERANCANGAN LENGAN ROBOT

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan

Akademik Sarjana Satu (S1)



Oleh :

Aziz Octavianto

1403025002

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADYIAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2018**

PERANCANGAN LENGAN ROBOT

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan

Akademik Sarjana Satu (S1)



Oleh :

Aziz Octavianto

1403025002

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADYIAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2018**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aziz Octavianto

NIM : 1403025002

Judul Skripsi : Perancangan Lengan Robot

Menyatakan bahwa, Skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu intitusi perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuannya saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab pribadi.

Penulis,



Aziz Octavianto

1403025002

HALAMAN PERSETUJUAN

PERANCANGAN LENGAN ROBOT

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Elektro

Oleh:

Aziz Octavianto

1403025002

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke sidang ujian skripsi
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 13 Agustus 2018

Pembimbing I

Pembimbing II



M. Mujirudin, ST., MT



Harry Ramza, ST., MT., Ph.D

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Oktarina Heriyani, S.Si., MT.

HALAMAN PENGESAHAN

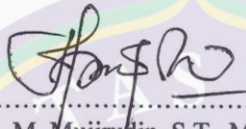
PERANCANGAN LENGAN ROBOT


SKRIPSI


Oleh :
Aziz Octavianto
1403025002


Telah diuji dan dikatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA


Tanggal, 28 Agustus 2018

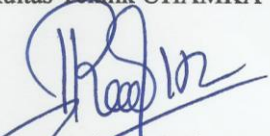
Pembimbing I : 
.....
M. Mujirudin, S.T., M.T.

Pembimbing II : 
.....
Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D.

Penguji I : 
.....
Endy Sjaiful Alim, S.T., M.T.

Penguji II : 
.....
Kun Fayakun, S.T., M.T.

Mengesahkan,
Dekan,
Fakultas Teknik UHAMKA

Dr. Sugema, S.T., M.Kom.

Mengesahkan,
Ketua Program Studi,
Fakultas Teknik UHAMKA

Oktarina Heriyani, S.Si., M.T.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat Rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga, dan para sahabatnya, amin.

Penyusunan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA dengan judul ***“Perancangan Lengan Robot”***

Dalam penyusunan skripsi ini, tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan dan doa yang tulus dari banyak pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini. Tanpa itu semua sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis dengan ingin menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Ayahanda tercinta Akli Suseno dan Ibunda tercinta Siti Sri Murtini selaku orang tua yang tiada henti memberikan doa serta dukungan baik moril maupun materil bagi penulis.
2. M. Mujirudin , S.T., M.T selaku pembimbing I dan Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D selaku pembimbing II yang tidak pernah lelah membimbing penulis dalam segala hal, baik dalam ilmu pengetahuan, nasehat serta motivasi sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Dr. Sugema, S.T., M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
4. Oktarina Heriyani, S.Si., M.T selaku Kaprodi Teknik Elektro yang telah mewakili orang tua dalam hal pendidikan dan pembimbing akademik dikampus Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
5. Seluruh dosen Teknik Elektro UHAMKA yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas ilmu dan bimbingannya yang telah diberikan selama menempuh pendidikan.

6. Seluruh teman-teman Teknik Elektro angkatan 2014 : Aldi, Dimas, Faqih, Farid, Fida, Heni, Indra, Jhavsund, Lukman, Rizky, Nevi, Sahrudin yang selalu memberikan saran serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Dan Seluruh kawan-kawan Fakultas Teknik UHAMKA dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Jakarta, 20 Agustus 2018

Penulis



ABSTRAK

Keberadaan teknologi robotika saat ini sangat membantu dalam aktivitas manusia untuk mempermudah melakukan pekerjaan. Salah satu teknologi robotika saat ini yaitu lengan robot. Lengan robot merupakan jenis robot yang menyerupai lengan manusia yang dapat memindahkan barang dari satu tempat menuju tempat lainnya. Namun ketika lengan robot ditempatkan pada area yang memiliki kondisi lingkungan yang ekstrim, maka lengan robot tersebut harus dilengkapi dengan sebuah sistem pengendali jarak jauh. Penelitian ini bertujuan untuk merancang lengan robot yang memiliki 4 derajat kebebasan dan mampu dikendalikan dari jarak jauh melalui komunikasi wifi dengan menentukan nilai waktu tunda. Lengan robot dirancang menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP-12E dimana mikrokontroler tersebut sudah memiliki fitur untuk terhubung kedalam jaringan WiFi. Lengan robot memiliki lima buah motor servo dan dapat bergerak berdasarkan empat bagian yaitu *base*, *shoulder*, *elbow*, dan *wrist* serta sebagai *end-effectornya* adalah *gripper*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lengan robot mampu dikendalikan dengan jarak jangkauan maksimum sejauh 16 meter dan memiliki rata-rata waktu tunda sebesar 66.6 ms.

Kata Kunci : Lengan Robot, 4 DOF, Komunikasi Wifi, Motor Servo, Mikrokontroler, NodeMCU, ESP8266

ABSTRACT

The existence of the current robotics technologies are helpful in human activity to make it easier to do worked. One of the current robotics technologies is the robotic arm. Robotic arm is a type resembling robot of a human arm that can move goods from one place to another. But when the robotic arm is placed in an area that has extreme environmental conditions, then the robotic arm must be equipped with a system remote control. This research aims to design the robotic arm has four degrees of freedom and are able to be remotely controlled via a wifi communication with determining the value of delay time. Robotic arm designed using micro controller the NodeMCU ESP-12E which is the micro controller already has the feature to connect into a wifi network. Robotic arm has five servo motor and can move based on four parts namely base, shoulder, elbow, and wrist as the end-effector is the gripper. The result of research showed that the robotic arm is capable of being controlled at a distance of maximum range as far as 16 meters and had an average delay time of 66.6 ms.

Keywords : *Robotic Arm, 4 DOF, Wifi Communication, Servo Motor, Microcontroller, NodeMCU, ESP8266*

DAFTAR ISI

COVER	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat Perancangan.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Mikrokontroler.....	4
2.2. Node Micro Controller Unit	4
2.3. Catu Daya	9
2.4. Motor Servo.....	12
2.5. Torsi / Momen Gaya	14
2.6. Sensor berat (<i>Load Cell</i>)	15
2.7. Modul Penguat HX711	16
2.8. LCD (Liquid Cristal Display) 16x2	17
2.9. Serial Komunikasi I2C (<i>Inter Integrated Circuit</i>)	19
2.10. Kinematika Lengan Robot	20
2.10.1. Kinematika Lengan Robot 2 sendi	22
2.10.2. Kinematika Robot Lengan Tiga sendi	24
BAB III PERANCANGAN SISTEM	25
3.1 Kerangka Perancangan.....	26
3.2 Perancangan Sistem	27

3.3 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	27
3.3.1 Perancangan Lengan Robot	28
3.3.2 Perancangan Rangkaian Keseluruhan	32
3.3.3 Perancangan Rangkaian Motor Servo	33
3.3.4 Perancangan Rangkaian Power Supply	35
3.3.5 Perancangan Rangkaian Alat Ukur Berat Benda	35
3.4 Perancangan Perangkat Lunak (Software)	37
3.4.1 Perancangan Diagram Alir Lengan Robot.....	37
3.4.2 Diagram Alir Perancangan Alat Ukur Berat Benda	39
3.4.3 Antarmuka Aplikasi Lengan Robot.....	40
BAB IV HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1. Hasil Perancangan Perangkat Keras	42
4.1.1. Bagian-Bagian Lengan Robot.....	43
4.1.2. Letak Motor Servo pada Lengan Robot.....	44
4.2. Pengujian Fungsional.....	45
4.2.1. Pengujian Rangkaian Cayu Daya (<i>Power Supply</i>).....	45
4.2.2. Pengujian Mikrokontoler	46
4.2.3. Pengujian Motor Servo	48
4.2.4. Pengujian Rangkaian Alat Ukur Berat.....	50
4.2.5. Pengujian Keseluruhan Fungsional	53
4.3. Pengujian Lengan Robot	54
4.3.1. Pengujian Torsimasing-masing <i>Joint</i> Lengan Robot	55
4.3.2. Pengujian Sudut Lengan Robot	57
4.3.3. Pengujian Kinerja <i>Gripper</i> dan Menentukan Beban Angkat Maximum Lengan Robot	63
4.3.4. Pengujian Koneksi <i>Node Microcontroller Unit</i> Dengan Menentukan Nilai Waktu Tunda	65
BAB V PENUTUP.....	69
5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skematik Rangkaian ESP-12E	5
Gambar 2. 2 Peta pin ESP12-E pada NodeMCU	5
Gambar 2. 3 Unit USB to UART	6
Gambar 2. 4 Skematik Unit KEY	6
Gambar 2. 5 Skematik Rangkain Unit Analog to Digital Converter	7
Gambar 2. 6 Skematik Unit Power	7
Gambar 2. 7 Skematik Unit Input Output	8
Gambar 2. 8 Pemataan Pin NodeMCU V.3 Lollin	8
Gambar 2. 9 Skematik Rangkaian Catu Daya.....	10
Gambar 2. 10 Trafo penurun Tegangan.....	10
Gambar 2. 11 Skematik Rangkaian Penyearah Gelombang	11
Gambar 2. 12 Rangkaian Filter Catu Daya	11
Gambar 2. 13 Rangkaian Voltage Regulator	11
Gambar 2. 14 Skematik Rangkaian Kontrol Elektrik Motor Servo	12
Gambar 2. 15 Bentuk Fisik dan Konstruksi Motor Servo	13
Gambar 2. 16 Motor Servo Standar yang digunakan untuk lengan robot	13
Gambar 2. 17 Lebar Pulsa Motor Servo	14
Gambar 2. 18 Skematik Rangkaian Sensor Berat	15
Gambar 2. 19 Prinsip kerja sensor berat ketika mendapat tekanan beban	15
Gambar 2. 20 Pemetaan Pin HX711	16
Gambar 2. 21 Skematik Rangkaian HX711	17
Gambar 2. 22 Skematik Rangkaian LCD Display 16x2	17
Gambar 2. 23 Konfigurasi Pin LCD 16x2	18
Gambar 2. 24 Skematik Rangkaian I2C	20
Gambar 2. 25 konfigurasi pin dan Bentuk Fisik I2C	20
Gambar 2. 26 Relasi Kinematika Maju dan Mundur	21
Gambar 2. 27 Kinematika Lengan Robot 2 sendi	22
Gambar 2. 28 Kinematika Lengan Robot 3 Sendi	24
Gambar 3. 1 Kerangka Perancangan	26
Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem.....	27

Gambar 3. 3 Perancangan Mekanik Lengan Robot	28
Gambar 3. 4 Perancangan Lengan Robot Bagian Dasar (base)	29
Gambar 3. 5 Dimensi Lengan Robot	29
Gambar 3. 6 Perancangan Gripper	30
Gambar 3. 7 Pergerakan Pada Masing-masing Sendi Lengan Robot	30
Gambar 3. 8 Penempatan motor servo pada lengan robot	31
Gambar 3. 9 Skematik Rangkaian Keseluruhan	33
Gambar 3. 10 Skematik Rangkaian Motor Servo	34
Gambar 3. 11 Skematik Rangkaian Catu Daya	35
Gambar 3. 12 Skematik Rangkaian Alat Ukur Berat Benda	36
Gambar 3. 13 Diagram Alir Kerja Lengan Robot	38
Gambar 3. 14 Diagram Alir Perancangan Alat Ukur Berat Benda	39
Gambar 3. 15 Diagram Alir Perancangan Alat Ukur Berat Benda	40
Gambar 3. 16 Pengaturan Sensifitas Sudut Servo dan Output Servo	41
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Perangkat Keras Lengan Robot	42
Gambar 4. 2 Mekanik Lengan Robot	43
Gambar 4. 3 Letak Motor Servo Lengan Robot	44
Gambar 4. 4 Blok Diagram Catu Daya	45
Gambar 4. 5 Blok Diagram Pengujian Catu Daya	46
Gambar 4. 6 Algoritma Pengujian Mikrokontroler	47
Gambar 4. 7 Blok Diagram Pengujian Mikrokontroler	47
Gambar 4. 8 Algoritma Pengujian Motor Servo	49
Gambar 4. 9 Bagian-Bagian Rangkaian Alat Ukur Berat	51
Gambar 4. 10 Hasil Pengujian LCD Display 16x2	52
Gambar 4. 11 Proses Pengujian Keseluruhan Sistem	54
Gambar 4. 12 Proses pengambilan data x dan y	58
Gambar 4. 13 Proses Pengambilan Sudut Servo Elbow dan Shoulder	58
Gambar 4. 14 Grafik Pengujian Sudut Shoulder	61
Gambar 4. 15 Grafik Pengujian Sudut Elbow	63
Gambar 4. 16 Proses Pengambilan Data Waktu Tunda	65
Gambar 4. 17 Grafik Pengujian Jarak Maksimum Terhadap Waktu Tunda	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi NodeMCU	9
Tabel 3. 1 Spesifikasi Perancangan Lengan Robot	32
Tabel 3. 2 PIN Penghubung Motor Servo Base	34
Tabel 3. 3 PIN Penghubung Motor Servo Shoulder	34
Tabel 3. 4 PIN Penghubung Motor Servo Elbow	34
Tabel 3. 5 PIN Penghubung Motor Servo Wrist	35
Tabel 3. 6 PIN Penghubung Motor Servo Gripper	35
Tabel 3. 7 PIN Penghubung Sensor Load Cell.....	36
Tabel 3. 8 PIN Penghubung LCD Display 16x2.....	37
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Catu Daya.....	46
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Motor Servo.....	50
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor Load cell	52
Tabel 4. 4 Pengukuran berat lengan dan beban yang diangkat lengan.....	55
Tabel 4. 5 Pengujian Torsi masing-masing Joint Lengan Robot	57
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Sudut Lengan Robot	59
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Error Sudut Shoulder	60
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Error Sudut Elbow	62
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian kinerja Gripper	64
Tabel 4. 10 Pengujian Jarak Maksimum Terhadap Rata-rata Waktu Tunda	66
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian <i>Free Space Loss</i>	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Keberadaan teknologi robotika saat ini sangat membantu dalam aktivitas manusia untuk mempermudah melakukan pekerjaan. Salah satu teknologi robotika saat ini yaitu lengan robot

Lengan robot atau biasa disebut dengan robot manipulator terdiri dari gabungan dari beberapa segmen dan *joint* yang dibagi menjadi empat bagian yaitu *base*, *elbow*, *shoulder* dan *gripper* [1]. Secara umum lengan robot merupakan alat mekanik yang menggantikan tugas manusia yang berhubungan dengan pekerjaan fisik yang sifatnya berulang-ulang, mempunyai resiko tinggi seperti mengangkat barang-barang berat dari satu tempat ke tempat lain, melakukan pekerjaan cepat, presisi, dan membutuhkan daya tahan serta konsentrasi tinggi [2]. Namun ketika lengan robot ditempatkan pada area yang memiliki kondisi lingkungan yang ekstrim, maka lengan robot tersebut harus dilengkapi dengan sebuah sistem pengendali jarak jauh.

Berdasarkan gagasan diatas penulis tertarik untuk membuat lengan robot yang dapat dikendalikan jarak jauh melalui jaringan *wi-fi*. Banyak penelitian yang sebelumnya sudah melakukan metode sistem pengendalian dari jarak untuk mengendalikan lengan robot salah satunya penelitian dari Yoel Anggun Wiratama Putra dan Djoko Untoro yang berjudul “*Perancangan Kontroler Lengan Robot Hastobot Menggunakan Android dan Arduino dengan komunikasi Bluetooth*” [3].

Penelitian yang dilakukan oleh Yoel Anggun Wiratama Putra dan Djoko Untoro, menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, lengan robot yang dirancang memiliki 4 buah motor servo. Selain itu menggunakan modul *Bluetooth* Seri HC-05 sebagai komunikasi antara lengan robot dengan *smartphone*.

Lengan robot yang akan dibuat oleh penulis berbeda dengan lengan robot yang dibuat peneliti sebelumnya. Lengan robot yang akan dibuat dikendalikan melalui jaringan *WiFi*, menggunakan 5 buah motor servo, memiliki 4 derajat kebebasan dan *gripper* sebagai *end effector*. Lengan robot dibuat menggunakan NodeMCU

ESP8266 ESP-12E dimana mikrokontroler tersebut sudah memiliki fitur untuk terhubung kedalam jaringan *WiFi*.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, maka penulis merumuskan masalah yang terjadi sebagai berikut :

1. Manusia memiliki keterbatasan fisik rentan terjadinya *human error* akibat pekerjaan yang sifatnya berulang-ulang, membutuhkan daya tahan dan konsentrasi tinggi seperti mengangkat barang-barang berat dari satu tempat ke tempat lain sehingga dapat berpotensi membahayakan keselamatan kerja.
2. Apabila lengan robot tidak mampu dikendalikan di daerah dengan kondisi lingkungan yang ekstrim.

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Menentukan nilai beban angkat maximum yang diterima pada lengan robot yang dirancang.
2. Mengimplementasikan teknologi komunikasi *wi-fi* untuk menggerakkan lengan robot dari jarak jauh dengan menentukan nilai waktu tunda.

1.4. Batasan Masalah

Karena kompleksnya permasalahan yang terdapat dalam sistem ini, maka perlu adanya batasan-batasan untuk menyederhanakan permasalahan ini, yaitu:

1. Lengan robot dikendalikan jarak jauh melalui jaringan *Wifi* menggunakan NodeMCUESPS12E V.3 Lollin
2. Lengan robot dan gripper terbuat dari bahan akrilik dengan tebal 3 mm yang didesain menggunakan software solidworks 2015.
3. Menggunakan lima buah motor servo sebagai actuator.
4. Lengan robot memiliki 4 derajat kebebasan dan *gripper* sebagai *end effector*.

1.5. Manfaat Perancangan

1. Menghasilkan lengan robot yang mampu dikendalikan dari jarak jauh menggunakan *smartphone android* melalui komunikasi *WiFi*.
2. Sebagai sarana pembelajaran komunikasi *Wifi* menggunakan Modul *WiFi* ESP8266.
3. Sebagai sarana pembelajaran lengan robot 4 *DOF (Degrees Of Freedom)* cara gerak dan pengendaliannya.
4. Dapat meningkatkan kreatifitas Mahasiswa serta dapat meningkatkan kompetensi dalam merancang robot manipulator

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini terdiri dari enam bab bagian penulisan yaitu :

Bab 1 Pendahuluan. Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan perancangan, batasan masalah, manfaat perancangan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka. Pada bab ini akan dibahas mengenai tinjauan pustaka dengan mengumpulkan informasi yang mendukung dan mendasari pada penulisan tugas akhir ini. Adapun sumber media yang digunakan yaitu buku-buku acuan, jurnal serta informasi yang diperoleh dari internet.

Bab 3 Perancangan Sistem. pada bab ini akan dibahas mengenai alur dari perancangan lengan robot yang dilakukan.

Bab 4 Hasil Perancangan dan Pembahasan. Pada bab ini akan dijelaskan mengenai proses pengujian dari komponen sistem dan pengujian keseluruhan sistem.

Bab 5 Penutup. Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian. saran digunakan untuk menyampaikan permasalahan yang dimungkinkan untuk penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saefullah Asep, Dewi Immaiar, dan Reza Amar Juliansah. [2015]. *“Sistem Kontrol Robot Pemindah Barang Menggunakan Aplikasi Android Berbasis Arduino Uno”*. Vol. 8, No.2 (Januari 2015)
- [2] Putra,A.W dan Untoro Djoko. [2015]. *“Perancangan Kontroler Lengan Robot Hastobot menggunakan Android dan Arduino dengan komunikasi Bluetooth”*. Yogyakarta : Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma. Vol. 8,No.2, 61-70
- [3] Andrianto Heri, dan Darmawan Aan, [2016]. *“Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman”*. Bandung : Informatika
- [4] Rangkuti, Syahban. [2016]. *“Arduino & Proteus Simulasi dan Praktek”*. Bandung : Informatika
- [5] Syam, Rafiuddin. [2015]. *“Kinematika dan Dinamika Robot Lengan”*. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- [6] Kristyanto, Hendar. [2015]. Lengan Robot Penulis Kata yang Dikendalikan Oleh Aplikasi Pada Android. Skripsi. Tidak Diterbitkan.
- [7] W.Fajar, Wicaksono. Hidayat. [2017]. *“Mudah Belajar Mikrokontoler Arduino”*. Bandung : Penerbit Informatika.
- [8] Datasheet NodeMCU ESP12,<http://www.datasheetnodemcu.com/>, diakses tanggal 2 Juli 2018.
- [9] Datasheet IC SPX3919, <https://www.exar.com/ds/spx3819.com/>,diakses tanggal 2 Juli 2018.
- [10] Datasheet IC AA51880,
<https://www.digchip.com/datasheets/parts/datasheet/849/AA51880.php/>, diakses tanggal 2 Juli 2018.
- [11] Datasheet ESP12, <http://www.esp12.com/>, diakses tanggal 2 Juli 2018
- [12] Motor Servo <http://elektronika-dasar.web.id/motor-servo/motor-servo/>, diakses tanggal 2 Juli 2018

- [13] Sensor berat load cell www.ricelake.com Load Cell and Weight (AmericaModule H : 2010)
- [14] Datasheet HX711, <http://www.sparkfunHX711datasheet.com/>, diakses tanggal 3 Juli 2018
- [16] LCD 16x2, <http://elektronika-dasar.web.id/LCD/lcd16x2/>, diakses pada tanggal 3 Juli 2018
- [17] Datasheet I2C lcd, <https://opencircuit.nl/ProductInfo/1000061/I2C-LCD-interface.pdf>, diakses tanggal 3 Juli 2018

