

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ROBOT JARI TANGAN NIRKABEL BERBASIS MIKROKONTROLER

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF FINGER ROBOT HAND WIRELESS BASED ON MICROCONTROLLER

Rizki Suharly

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

rzksuharly@students.telkomuniversity.ac.id, rsuharly@gmail.com

Robot adalah suatu perangkat keras yang mempunyai tujuan awal untuk membantu pekerjaan manusia. Perkembangan robot pada saat ini sudah menghasilkan berbagai robot berteknologi mutakhir seperti robot pada bidang industri, bidang militer, hiburan hingga robot di bidang medis. Penelitian kali ini akan merancang sebuah robot yang berbentuk jari tangan manusia yang dapat bergerak mengikuti tangan manusia sesungguhnya. Tangan manusia dikenakan sarung tangan yang sudah diberikan flex sensor pada setiap jari. Data dari flex sensor akan diolah dan dikirimkan secara wireless yang pada akhirnya akan dikirimkan ke servo yang merupakan penggerak utama dari robot ini. Pengolahan data pada alat ini menggunakan mikrokontroler. Alat ini bertujuan untuk menggenggam atau mengambil suatu benda. Pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat genggaman yang dapat dilakukan oleh robot ini dan seberapa jauh jangkauan alat tersebut. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa flex sensor memiliki nilai resistansi yang berbanding terbalik terhadap sudut kelengkungan dengan nilai resistansi tertinggi ada pada jari kelingking ketika posisi 0° sebesar $146,19 \text{ k}\Omega$ dan terendah ada pada jari jempol pada posisi $>90^\circ$ dengan nilai $9,88 \text{ k}\Omega$. Kekuatan genggaman dari alat ini ialah 6 kg dan jarak yang dapat dijangkau antara sarung tangan dan robot ialah 24 m dan memiliki pergerakan yang real time.

Kata kunci : Flex sensor, Mikrokontroler, Xbee S1, Servo

Robot is a hardware which have purpose to help people to do something. The development of robots at this time have a various types with high technology like robot for industry , military weapon , entertainment and medical. This Research will be design a finger robot hand that can move like human fingerhand. Human hand wear a glove that already provided flex sensors in each finger . Flexsensor data will be processed and delivered in wireless to the servo motor as actuators robot . Processing information from the robot based on microcontroller . This robot have purpose to grip or take something. Testing held to proves how strong the robot can achieved and how far range between the glove and the robot can connected. The result show that the value of flex sensor inversely proportional with the angel, the biggest resistance is kelingking with $146,19 \text{ k}\Omega$ when the position at 0° , and the smallest resistance is jempol with $9,88 \text{ k}\Omega$ when the position at $>90^\circ$. And then this robot can grip about 6 kg and the distance can be reached between the glove and the robot is 24 m with real-time movement..

Keywords : Flex Sensor, Microcontroller, Xbee S1, Servo

1. Pendahuluan

Perkembangan robot pada saat ini sudah menghasilkan berbagai robot berteknologi mutakhir seperti robot pada bidang industri, bidang militer, hiburan hingga robot di bidang medis. Dr. Rosalind Picard (2013) menyatakan bahwa Robot akan mempunyai peran dalam bidang kesehatan[1]. Sudah banyak robot yang memiliki peran di bidang medis contohnya seperti robot yang membantu kegiatan bedah, robot yang membantu para penyandang cacat yang menggantikan peran dari bagian tubuh mereka yang mengalami cacat dan robot yang berperan sebagai suster. Dengan adanya robot, manusia dapat terbantu dan dapat menghindari berbagai pekerjaan yang mempunyai tingkat ketelitian dan risiko yang tinggi.

Salah satu contoh robot ialah robot jari tangan yang dapat membantu manusia penderita disabilitas atau membantu mengambil barang-barang berbahaya seperti bom, zat kimia, benda yang mempunyai bakteri berbahaya hingga binatang beracun. Robot jari tangan ini dirancang dengan bentuk yang berupa 5 jari dan ukuran yang menyerupai tangan manusia bekerja dengan cara mengikuti gerak tangan agar dapat menggenggam suatu barang dengan kuat. Robot yang akan dirancang ini berbentuk seperti tangan manusia yaitu dengan 5 jari agar pengguna dapat menggunakan tangan ini sebagaimana tangan manusia pada umumnya dan juga untuk memperkuat genggaman pada saat mengambil sesuatu. Robot ini juga bersifat wireless sehingga dapat

digunakan pada jarak tertentu tanpa harus memperhitungkan panjang kabel. Diharapkan dengan adanya robot jari tangan ini dapat membantu manusia seperti melakukan pekerjaan yang bersifat berbahaya apabila dilakukan oleh manusia itu sendiri.

Penelitian sejenis ini sudah dilakukan, namun kekuatan genggam terbatas dan tidak bersifat wireless. Pada penelitian ini, penulis menggunakan motor servo untuk menggerakkan jari tangan secara fleksi dan ekstensi untuk mengambil suatu benda.

1.1. Tujuan

Tujuan dari perancangan dan implementasi ini berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan adalah: Merancang sebuah alat berbentuk jari tangan dengan flex sensor yang ditanam pada sarung tangan sebagai masukan untuk menangkap gerakan tangan sesungguhnya, Mengimplementasikan sistem nirkabel pada alat dan merancang sebuah robot jari tangan yang memiliki pergerakan *real time*.

1.2. Rumusan Masalah

Terdapat rumusan masalah mengenai tugas akhir ini, antara lain seperti bagaimana merancang alat yang bergerak menyerupai tangan manusia, bagaimana merancang alat ini secara nirkabel, bagaimana merancang alat agar bergerak secara *real time*.

1.3. Metode Penelitian

Dalam proses penelitian ini akan dilakukan beberapa metode untuk menunjang hasil yang baik dan sesuai yang diharapkan, antara lain seperti perumusan masalah, studi literature, simulasi dan perancangan sistem, uji coba sistem dan penyusunan laporan.

1.4. Batasan Masalah

Agar penyelesaian masalah tetap terarah, sistem yang akan dibuat dibatasi pada hal-hal seperti menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, robot ini berbentuk tangan kanan, hanya menggerakkan bagian jari secara fleksi dan ekstensi, menggunakan servo dengan torsi 10 kg-cm, menggunakan modul Xbee S1 dan tidak membahas metode *wireless* yang digunakan.

2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1. Flex Sensor

Flex sensor merupakan sensor mekanik dimana cara kerjanya ialah merubah nilai resistansi ketika sensor tersebut melengkung. *Flex sensor* ini dirancang dengan beberapa bahan *resistive* sehingga dapat menghasilkan hambatan. Perubahan resistansi ini terjadi dikarenakan ketika sensor pada posisi lurus atau tidak ada lekukan bahan konduktor tidak menyentuh bahan resistif sedangkan pada saat adanya lekukan bahan konduktor akan menyentuh bahan resistif kondisi ini menyebabkan nilai resistansi berubah.



Gambar 1 menunjukkan lapisan-lapisan untuk merancang sebuah flex sensor. Mula mula membuat ukuran dasar berupa kertas, pada perancangan disini ukuran yang digunakan ialah 7 x 1.5 cm. Setelah itu lapisan kedua ialah lapisan karbon, ukuran karbon harus lebih kecil dari kertas. Setelah karbon terdapat lapisan ketiga yaitu 2 alumunium kutub positif dan negatif. Alumunium ini harus memiliki ukuran lebih panjang pada satu sisi, karena alumunium ini akan menjadi kaki dari flex sensor. Terakhir plastic mika dengan ukuran yang sama dengan karbon, plastic mika ini berfungsi untuk menjaga kelenturan lekukan sensor.

2.2. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input-output. Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar suatu sistem komputer. Dengan kata lain,

mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali program..

Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah Arduino Uno. Arduino Uno merupakan single board yang menggunakan chip ATmega 328 dan memiliki Bahasa pemrograman sendiri yaitu Arduino IDE. Arduino Uno ini memiliki 14 pin input/output, 6 analog input, 2 pin UART, osilator Kristal 16MHz, port USB, port power jack, ICSP header, dan sebuah pin reset. [2].

2.3. Xbee S1

Xbee adalah sebuah modul RF nirkabel yang memiliki protokol IEEE 802.15.4 yang diproduksi oleh digi. Keuntungan dari Xbee ini ialah pengeluaran daya yang sangat rendah namun memiliki jangkauan yang sangat luas. Xbee S1 ini memiliki *range* 30 m pada *indoor* dan 90 m di *outdoor*. Beroperasi di frekuensi 2.4 GHz dan beroperasi pada tegangan 3.3 V.[3]

2.4. Motor Servo MG995

Servo adalah sebuah motor dengan *system closed feedback* dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo melalui potensiometer yang berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim.

2.5. Cara kerja Sistem

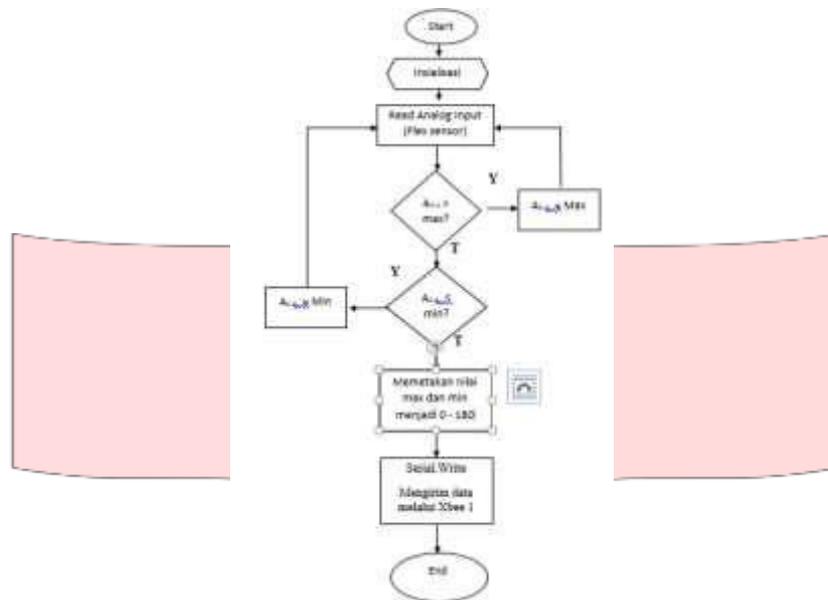


Gambar 2 Diagram blok sistem

Gambar 2 adalah blok diagram dari sistem keseluruhan. Sistem ini bekerja berawal dari kelima flex sensor membaca kelengkungan dari sensor tersebut lalu menghasilkan perubahan nilai resistansi. Kemudian data yang dibaca dari flex sensor diteruskan ke Mikrokontroler 1 sebagai otak dari alat ini. Setelah itu data yang dibaca Mikrokontroler 1 dikirimkan oleh Modul Xbee.

Mikrokontroler 2 menerima data yang dikirimkan melalui modul Xbee. Lalu data tersebut diolah dan dikirimkan ke servo. Servo akan bergerak sesuai dengan lekukan sensor yang didapat oleh flex sensor. Maka robot tersebut akan bergerak menyerupai tangan manusia yang sudah dipasangkan sensor tersebut

2.6 Flowchart Sistem



Gambar 3 Diagram alir untuk input

Pada Gambar 3 menjelaskan sebuah diagram flowchart input sistem. Diagram ini berawal dari inisialisasi variable yang akan digunakan. Setelah itu kelima flex sensor mengirimkan sebuah informasi adanya lekukan, flex sensor disini dinamai A0-A4 dan menggunakan perintah analog read untuk membaca nilai flex sensor yang dikirimkan. Nilai yang terbaca akan dibandingkan apakah lebih besar dari nilai sebelumnya atau tidak, jika ya nilai terbesar tersebut disimpan pada variable max sebagai nilai maksimum. Sama seperti nilai max, sistem ini pun mencari nilai minimum dengan cara membandingkan nilai yang didapat dengan nilai sebelumnya. Nilai terkecil akan dijadikan sebuah nilai minimum dalam variable min.

Setelah flex sensor dapat beradaptasi dengan mendapatkan nilai maksimum dan minimum, nilai tersebut dipetakan menjadi nilai sebesar 0-180. Nilai ini berfungsi untuk memudahkan sistem ketika akan dikirimkan oleh xbee dan dibaca oleh servo. Setelah proses pemetaan ini nilai tersebut dikirimkan secara serial oleh Xbee 1 ke Xbee2 yang berada pada sistem output.



Gambar 4 Diagram alir untuk output

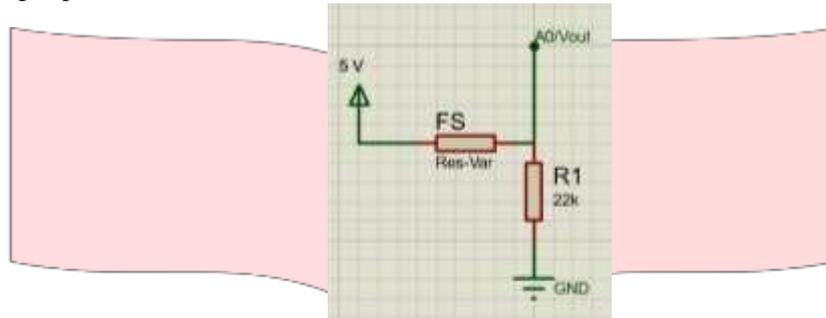
Pada Gambar 4 berupa flowchart output yang menjelaskan rentetan kerja yang dilakukan oleh Arduino yang berupa source code. Sistem ini memulai dengan inisialisasi 5 servo yang akan digunakan, lalu Xbee2 menerima nilai yang masuk dari Xbee1 berupa 5 informasi nilai dari flex sensor yang telah dipetakan 0-180.

Setelah itu nilai ini akan dikirimkan ke 5 servo. Pada servo terdapat 3 step gerakan yaitu 0° ketika nilai yang dibaca 0-100, 90° ketika nilai 101-150 dan 180° ketika nilai 151-180. Proses ini akan terus berulang dimulai dari pembacaan nilai yang diterima Xbee2.

3. Pengujian dan Pembahasan

3.1. Pengujian flex sensor

Pengujian flex sensor ini dilakukan dengan mengamati berapa nilai resistansi yang dihasilkan ketika terdapat kelengkungan pada sensor itu sendiri.



Gambar 5 Rangkaian flex sensor

Rangkaian ini berfungsi untuk membaca nilai yang dikeluarkan oleh flex sensor itu sendiri. FS merupakan flex sensor, A0 merupakan wire yang akan dihubungkan pada Arduino pada pin analog input dan R1 adalah hambatan tambahan agar sinyal yang masuk dapat dikirimkan ke A0.

Pengujian ini menghitung dan mengukur sebuah resistansi flex sensor. Resistansi ini akan didapatkan dengan menggunakan pembagi tegangan dengan persamaan 4.1.

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{in} \tag{3.1}$$

Nilai Vout didapatkan dari nilai yang tertera pada serial monitor Arduino yang menunjukkan nilai tegangan dari port analog input. Karena Arduino menggunakan analog input 10 bit maka untuk mencari nilai Vout menggunakan persamaan 3.2.

$$V_{out} = \frac{V_{in} \times \text{nilai}}{1023} \times 5 \text{ V} \tag{3.2}$$

Data yang dihasilkan dari pengujian yang telah dilakukan dengan menghitung nilai FS menghasilkan sebuah nilai resistansi 5 buah sensor pada beberapa sudut. Hasil pengujian flex sensor ditunjukkan oleh tabel 4.1.

Tabel 1 Pengujian Nilai Resistansi Terhadap Sudut

| Flex Sensor | Sudut | Vout (V) | R _{FS} (KOhm) | |
|----------------------|-------|----------|------------------------|------------|
| | | | Perhitungan | Pengukuran |
| FS1 (Jempol) | 0° | 1,632 | 45,4 | 50,8 |
| | ± 45° | 2,9 | 15,931 | 19,2 |
| | ± 90° | 3,431 | 10 | 16,6 |
| | > 90° | 3,45 | 9,88 | 14,8 |
| FS2 (Telunjuk) | 0° | 1,441 | 54,335 | 58,8 |
| | ± 45° | 1,906 | 35,1 | 39,4 |
| | ± 90° | 2,272 | 26,41 | 36,5 |
| | > 90° | 2,385 | 24,121 | 28,4 |
| FS3 (Jari Tengah) | 0° | 0,782 | 118,66 | 122,8 |
| | ± 45° | 1,759 | 40,535 | 48,6 |
| | ± 90° | 2,126 | 29,74 | 35,5 |
| | > 90° | 2,277 | 26,3 | 29,1 |
| FS4 (Jari Manis) | 0° | 0,733 | 128,68 | 132 |
| | ± 45° | 1,49 | 51,825 | 56,9 |
| | ± 90° | 1,896 | 36,01 | 39,8 |

| | | | | |
|---------------------|-------|-------|--------|------|
| | > 90° | 2,052 | 31,6 | 36 |
| FS1 (Kelingking) | 0° | 0,654 | 146,19 | 149 |
| | ± 45° | 1,27 | 64,61 | 71,3 |
| | ± 90° | 2,052 | 53,606 | 58,8 |
| | > 90° | 2.199 | 28,022 | 35,8 |

Berdasarkan pengujian flex sensor yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai resistansi yang didapat berbanding terbalik dengan sudut kelengkungan, semakin besar sudut kelengkungan sebuah sensor maka semakin rendah nilai resistansi sensor tersebut. Dan nilai pada saat perhitungan dan pengukuran berbeda hal ini dikarenakan pada saat tegangan masuk ke Arduino tegangan tersebut tidak murni dari flex sensor dan juga nilai Vin terkadang tidak selalu tepat 5V. Berikut ini merupakan grafik resistansi hasil perhitungan flex sensor terhadap sudut.

3.2 Pengujian Kemampuan Menggenggam

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan seberapa kuat robot tangan ini menggenggam suatu benda. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Pengujian Kekuatan Menggenggam Suatu Benda Berbot

| Percobaan ke- | Nama Benda | Massa Benda (Kg) | Hasil |
|---------------|--------------------|------------------|-------|
| 1 | Tang | 0.29 | OK |
| 2 | Multimeter | 0.35 | OK |
| 3 | Besi | 0.55 | OK |
| 4 | Alat itu sendiri | 0.7 | OK |
| 5 | Kipas Angin | 1.3 | OK |
| 6 | Dispenser | 1.9 | OK |
| 7 | Function Generator | 2.2 | OK |
| 8 | Papan | 3 | OK |
| 9 | CPU | 6 | OK |
| 10 | Kursi | 7 | GAGAL |

Berdasarkan hasil pengujian diatas didapatkan bahwa alat ini hanya dapat menggenggam benda bermassa sekitar 6Kg. Hal ini terjadi dikarenakan walaupun servo MG995 memiliki torsi sekitar 10kg-cm pada saat diberikan tegangan 5 V namun perancangan mekanik juga sangat berpengaruh untuk menunjang kekuatan torsi dari servo tersebut.

3.3 Pengujian Jarak dan Keadaan Real-Time

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh batas maksimum jarak yang dibutuhkan agar antara sarung tangan sebagai input dan robot tangan sebagai output. Pengujian keadaan Real-Time ini bertujuan untuk mendapatkan seberapa cepat respon robot tangan ini ketika sarung tangan yang sebagai masukan mengirimkan sebuah informasi adanya lekukan pada flex sensor. Sehingga dapat diketahui seberapa pengaruh hubungan antara jarak dan delay pada alat ini. Hasil pengujian jarak ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Jarak dan Keadaan Real Time

| Percobaan ke- | Jarak (m) | Hasil | Delay |
|---------------|-----------|-------|--------------|
| 1 | 3 | OK | Sangat Kecil |
| 2 | 6 | OK | Sangat Kecil |
| 3 | 9 | OK | Sangat Kecil |
| 4 | 12 | OK | Kecil |
| 5 | 15 | OK | Kecil |
| 6 | 18 | OK | Kecil |
| 7 | 21 | OK | Kecil |
| 8 | 24 | OK | Sedang |
| 9 | 27 | Gagal | - |

| | | | |
|----|----|-------|---|
| 10 | 30 | Gagal | - |
|----|----|-------|---|

Pada pengujian ini perangkat yang penulis uji ialah modul wireless xbee. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh cakupan modul Xbee S1 ini dan pergerakan Real-Time. Pada pengujian ini delay yang didapat sangatlah kecil sehingga sistem ini dapat dikatakan bergerak secara Real-Time. Pengujian ini dilakukan di dalam ruangan. Seperti yang tertera pada tabel hasil pengujian Xbee tidak selalu sesuai dengan spesifikasi yang tertera, hal ini disebabkan oleh banyaknya penghalang ataupun gangguan pada saat mengirimkan informasi. Pada pengujian ini juga kita dapat melihat bahwa jarak mempengaruhi delay sebuah sistem dimana semakin jauh jarak yang di uji maka semakin besar delay yang dihasilkan.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan merancang sebuah alat robot jari tangan, maka dapat diambil kesimpulan antara lain: Terdapat beberapa faktor yang membuat nilai resistansi berbeda-beda diantaranya ialah, ukuran dari tiap material, kelenturan bahan yang digunakan dan jenis bahan resistif yang digunakan. Nilai resistansi tertinggi ada pada jari kelingking ketika posisi 0° sebesar $146,19 \text{ k}\Omega$ dan terendah ada pada jari jempol pada posisi $>90^\circ$ dengan nilai $9,88 \text{ k}\Omega$. Pada pengujian sensor didapatkan bahwa nilai perhitungan dan pengukuran akan berbeda, hal ini disebabkan karena ada tegangan yang berkurang tidak tepat 5V. Sensor ini menunjukkan bahwa nilai resistansi berbanding terbalik dengan sudut kelengkungan, dimana semakin besar sudut kelengkungan atau semakin ditekuk maka nilai resistansi semakin rendah. dan kemampuan genggam dari alat ini sekitar 6 kg, walaupun servo yang digunakan memiliki torsi 10 kg-cm namun pada kenyataannya hanya dapat menggenggam sekitar 6kg hal ini dipengaruhi oleh perancangan mekanik dan beberapa faktor lainnya. Lalu Xbee tidak selalu sesuai dengan spesifikasi yang tertera, hal ini disebabkan oleh banyaknya penghalang ataupun gangguan pada saat mengirimkan informasi dan juga jarak mempengaruhi delay sebuah sistem dimana semakin jauh jarak yang di uji maka semakin besar delay yang dihasilkan.

4.1. Saran

Setelah mengambil kesimpulan dari setiap analisis yang dilakukan, Penulis memiliki beberapa saran untuk pengembangan ke depan, diantaranya ialah Tingkat kestabilan pada flex sensor perlu ditingkatkan agar nilai resistansi yang didapat akan jauh lebih baik. Serta pemilihan bahan resistive yang baik mempengaruhi nilai dari flex sensor itu sendiri dan Mekanik perangkat perlu diperbaiki kembali agar menyerupai tangan dan manusia dan dapat berfungsi sebagaimana tangan manusia. Hal ini ditujukan untuk menyempurnakan alat agar dapat digunakan oleh pengguna dengan baik.

Daftar Pustaka :

- [1] Dr. Picard, Rosalind. 2013. "Robots will have a Role in Healthcare". Amerika Serikat : Massachusetts Institute of Technology (MIT)
- [2] Syahwil, Muhammad. 2013. "Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino". Yogyakarta: ANDI.
- [3] Vikri, Aldim Irfani. 2014. Komunikasi Pengiriman Data Dengan Protokol Zigbee Menggunakan Mekanisme Internet Checksum Untuk Mengubah Parameter Modul Arduino. Malang: Universitas Brawijaya.
- [4] Rizal, A. 2014. Instrumentasi Biomedis. Yogyakarta:Graha Ilmu.
- [5] Nainggolan, Ezra Meliora. 2015. Perancangan Dan Implementasi Tangan Robot Buatan Dengan Menggunakan Elektromiogram. Bandung : Universitas Telkom
- [6] Ismail, Ikhsan. 2015. Implementasi Logika Fuzzy Dan Kalman Filter Untuk Kendali Lengan Robot Menggunakan Gestur Tangan Manusia. Bandung : Universitas Telkom.
- [7] Saftian, Hafizh. 2015. Perancangan dan Implementasi Sistem Robot Penggenggam Benda Menggunakan Fuzzy Logic. Bandung : Universitas Telkom.