

# Rancang Bangun Jari Tangan Robot Pengikut Pergerakan Jari Tangan Manusia

**Maria Veronica<sup>\*1</sup>, Dwi Widya Utari<sup>2</sup>, Dedy Hermanto<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>STMIK Global Informatika MDP Jl. Rajawali No.14 Palembang

<sup>1,2</sup>PS Teknik Informatika STMIK Global Informatika MDP; <sup>3</sup>PS Teknik Komputer AMIK MDP  
e-mail: <sup>\*1</sup>maria.veronica29@yahoo.com, <sup>2</sup>dwiwidyautari@gmail.com, <sup>3</sup>dedy@mdp.ac.id

## **Abstrak**

*Dunia robotika perkembangan saat ini cukup pesat, salah satu pengembangan adalah jari tangan robot. pengembangan jari tangan robot menjadi pilihan untuk dilakukan penelitian. Rancang bangun jari tangan robot pengikut pergerakan jari tangan manusia ini dikontrol oleh Mikrokontroler ATmega16. Alat ini dirancang dengan memasang 14 buah motor servo pada jari robot dan 5 buah flex sensor pada sarung tangan. Ketika flex sensor pada sarung tangan bergerak, selanjutnya data dikirim ke mikrokontroler untuk diolah datanya yang kemudian akan dikirim ke motor servo. Tegangan pada sistem ini bersumber dari power supply. Tujuan utama perancangan alat ini adalah untuk membantu pekerjaan manusia dalam menyentuh atau menggenggam suatu benda, khususnya benda berbahaya seperti bom atau tabung reaksi yang berisi zat berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan manusia. Penerapan jari tangan robot menghasilkan respon pergerakan yang cukup baik saat membaca pergerakan jari tangan manusia.*

**Kata Kunci**—Jari tangan, Mikrokontroler ATmega16, Motor Servo, Flex Sensor.

## **Abstract**

*Robotic fields now it so quickly, Architecture of robot hand finger followers of this man's finger movements are controlled by the Microcontroller ATmega16. This tool is designed to install 2 pieces of servo motor on the 5 fingers flex robots and sensors on the glove. When flex sensor glove on the move, then the data is sent to the microcontroller for processed data which will then be sent to the servo motor. The voltage on this system sourced from the power supply. The main goal of designing this tool is to assist mankind in touch or grasp an object, especially dangerous objects such as bombs or test tubes that contain hazardous substances that could endanger the safety of human beings. Robot finger implementation its very responsive when read input from finger.*

**Keywords**—Finger, Microcontroller ATmega16, Servo Motor, Flex Sensors

## 1. PENDAHULUAN

Dalam perkembangannya, robot dirancang dalam beberapa jenis, seperti robot untuk hiburan, robot industri, robot bidang kesehatan dan lain sebagainya. Robot dirancang sesuai dengan bidang pekerjaan masing-masing. Pekerjaan yang kerap kali memiliki resiko tinggi dalam pelaksanaannya, membutuhkan bantuan robot seperti tim gegana dan proses dalam laboratorium kimia. Tim gegana biasanya dihadapkan dengan bahaya dari proses penjinakan bom, dimana tim gegana harus memindahkan bom ke tempat yang lebih aman, mengingat bom sering ditemukan di tengah keramaian. Begitu juga di lingkungan laboratorium kimia, banyak terdapat zat kimia berbahaya bagi manusia. Dari kedua kondisi di atas, diharapkan dengan bantuan jari tangan robot yang dapat mengikuti pergerakan jari tangan manusia ini, mampu membantu pekerjaan manusia yang aktifitasnya sering berhadapan dengan benda berbahaya atau benda yang mengandung zat berbahaya, sehingga dapat mengurangi risiko yang mungkin terjadi.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) standar memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit. AVR berteknologi RISC. Di dalam mikrokontroler ATmega16 sudah terdiri dari [3]:

1. Saluran I/O ada 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C* dan *Port D*
2. ADC (*Analog to Digital Converter*) 10 bit sebanyak 8 *channel*
3. Tegangan operasi 4,5-5,5 V
4. Memori *Flash* sebesar 16KB
5. Hampir mencapai 16 MIPS pada Kristal 16 MHz

Konfigurasi pin ATmega16 dengan kemasan 40 pin DIP (*Dual In-linePackage*) dapat dilihat pada Gambar 2.2. Dari gambar tersebut dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATmega16 sebagai berikut [2] :

1. VCC merupakan pin masukan positif catu daya. Setiap peralatan elektronika *digital* tentunya butuh sumber catu daya yang umumnya sebesar 5V itulah sebabnya di PCB kit mikrokontroler selalu ada IC *regulator* 7805.
2. GND sebagai pin *Ground*.
3. *Port A* (PA0..PA07) merupakan pin I/O dua arah dan dapat diprogram sebagai pin masukan ADC.
4. *Port B* (PB0..PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus yaitu *Timer/Counter*, komparator analog dan SPI.
5. *Port C* (PC0..PC07) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog dan *Timer Osilator*.
6. *Port D* (PD0..PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus yaitu komparator analog, interupsi eksternal dan komunikasi serial.
7. *Reset* merupakan pin yang digunakan untuk me-*reset* mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal
9. AVCC sebagai pin masukan tegangan untuk ADC.
10. AREF sebagai pin masukan tegangan referensi.

### 2.2 Flex Sensor

*Flex Sensor* merupakan sebuah sensor fleksibel yang memiliki panjang 4,5*inch*. Sensor tekuk ini dipatenkan oleh *Spectra Symbol*. Hambatan sensor fleksibel ini berubah ketika bantalan logam berada diluar tekukan Spesifikasi :

1. Cakupan suhu : -35° C sampai +80° C
2. Hambatan datar : 10K Ohm

3. Toleransi hambatan :  $\pm 30\%$
4. Cakupan hambatan tekukan : 60K sampai 110K Ohm
5. Nilai *power* : 0,5 Watt dst. 1 Watt sampai batas maksimal

### 2.3 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah alat yang memiliki batang keluaran. Batang tersebut dapat diposisikan pada posisi sudut tertentu dengan mengirimkan sinyal kode ke motor servo [6].

### 2.4 Power Supply Unit (PSU)

Disini kami menggunakan *power supply* CPU sebagai sumber tegangan, dimana *power supply* ini berfungsi mengubah arus listrik searah (AC) menjadi arus listrik bolak-balik. *Power supply* ini memiliki daya sebesar 5V dengan besar arus 23A.

### 2.5 Liquid Crystal Display

*Liquid Crystal Display*(LCD) yang digunakan penulis adalah jenis LCD 16x2, berfungsi sebagai penampil data yang dikeluarkan oleh *flex sensor*. LCD yang digunakan pada alat ini mempunyai lebar *display* 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD *Character* 16x2, dengan 16 pin konektor. Modul LCD terdiri dari sejumlah *memory* yang digunakan untuk *display* [5].

Semua teks yang kita tuliskan ke modul LCD akan disimpan didalam *memory* ini dan modul LCD secara berurutan membaca *memory* ini untuk menampilkan teks ke modul LCD itu sendiri.

### 2.6 Komponen-Komponen Pendukung Lainnya

#### 2.6.1 LED

LED adalah salah satu jenis diode dengan fungsi khusus. LED digunakan sebagai lampu indikator pada beberapa aplikasi elektronika.[7].

LED memiliki sifat dan konsumsi tegangan yang rendah, usia pemakaiannya panjang, dan kecepatan penyakelarnya cepat.

#### 2.6.2 Resistor

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian [3].

Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohm diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm ( $\Omega$ ).

#### 2.6.3 Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari dua buah plat logam dengan sebuah lapisan isolator (penyekat) diantara kedua pelat tersebut [3].

#### 2.6.4 Dioda

Dioda merupakan piranti non-linier karena grafik arus terhadap tegangan bukan berupa garis lurus. Alasannya adalah karena adanya beda potensial penghalang (*potensial barrier*). Saat tegangan dioda lebih kecil dari tegangan penghambat tersebut maka arus dioda akan kecil. Ketika tegangan dioda melebihi potensial penghalang, arus dioda akan naik secara cepat.

#### 2.6.5 Transistor

Transistor adalah komponen aktif dengan arus, tegangan atau daya keluarannya dikendalikan oleh arus masukan. Transistor merupakan komponen aktif yang terbuat dari bahan semikonduktor dan memegang peranan penting dalam suatu rangkaian elektronika [3].

#### 2.6.6 Push Button

*Push Button* adalah saklar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian-bagian dari suatu instalasi listrik satu sama lain (suatu sistem saklar tekan *push button* terdiri dari saklar tekan *start*, *Stop reset* dan saklar tekan untuk emergency. *Push button* memiliki kontak NC (*normally close*) dan NO (*normally open*) [3].

### 2.7 Bahasa Pemrograman Bascom-AVR

Bascom-AVR adalah program dengan bahasa *basic* yang ringkas serta mudah dimengerti, dirancang untuk *compiler* bahasa mikrokontroler AVR dan Bascom-AVR mendukung semua fitur-fitur yang ada pada IC ATmega16.

### 2.8 Perancangan PCB (Printed Circuit Board)

PCB adalah tempat komponen dimana komponen-komponen tersebut diletakkan seperti dioda, resistor dan komponen lainnya. PCB harus diproses menjadi jalur-jalur yang dapat menghubungkan komponen-komponen agar membentuk rangkaian yang diinginkan [1].

## 3. PERANCANGAN ALAT

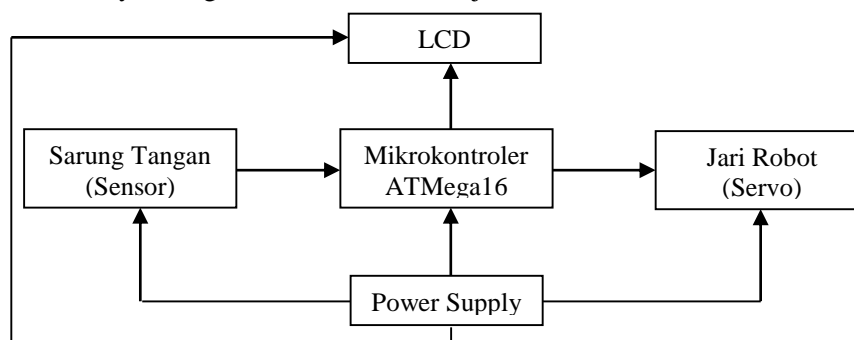
### 3.1 Penentuan Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan. Spesifikasi alat yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1. Motor servo.
2. *Flex sensor*.
3. *Power distributor* sebagai penyalur tegangan.
4. Mikrokontroler ATmega16 sebagai pengendali semua perangkat.
5. LCD 16x2 sebagai *output display*.

### 3.2 Perancangan Diagram Blok

Diagram blok sistem merupakan salah satu bagian terpenting dalam perancangan dan pembuatan robot jari ini, karena dari diagram blok dapat diketahui prinsip kerja keseluruhan rangkaian. Tujuan lain diagram blok ini adalah memudahkan proses perancangan dan pembuatan pada masing-masing bagian, sehingga akan terbentuk suatu sistem yang sesuai dengan perancangan sebelumnya. Diagram blok sistem ditunjukkan dalam Gambar 1.



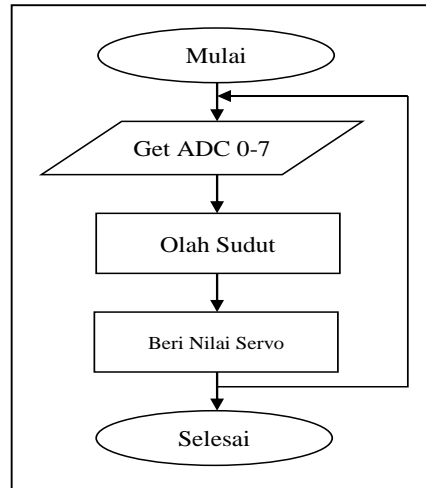
Gambar 1 Diagram Blok

1. *Power supply* ini digunakan untuk memberi tegangan kepada seluruh rangkaian.
2. Sensor putaran, *flex sensor* ini berfungsi sebagai sensor pergerakan tangan manusia yang disini akan mengirim data berupa nilai ke mikrokontroler untuk diolah.
3. Mikrokontroler yang berupa ATmega16 ini selain digunakan untuk mengolah data juga digunakan untuk mengubah keluaran RPS (*Regulated Power Supply*) yang berupa data analog menjadi data digital melalui ADC yang terdapat pada mikrokontroler ini.
4. LCD digunakan untuk menampilkan angka yang terdeteksi oleh *flex sensor*
5. Motor servo sebagai motor penggerak pada jari tangan robot

### 3.3 Prinsip Kerja Alat

Pada sarung tangan terdapat *flex sensor*. Setiap ruas jari, dipasang *flex sensor*. Ketika jari tangan manusia bergerak, *flex sensor* juga ikut berputar. Selanjutnya data dikirim ke

mikrokontroler. Mikrokontroler ini mengolah data untuk dikirim ke servo. *Power supply* sendiri bertugas memberikan sumber tegangan pada sistem. Masing-masing *flex sensor* memberikan nilai yang akan diolah dan diberikan pada setiap servo. Semua data yang diolah akan ditampilkan pada LCD alir proses yang berjalan tersaji pada Gambar 2.

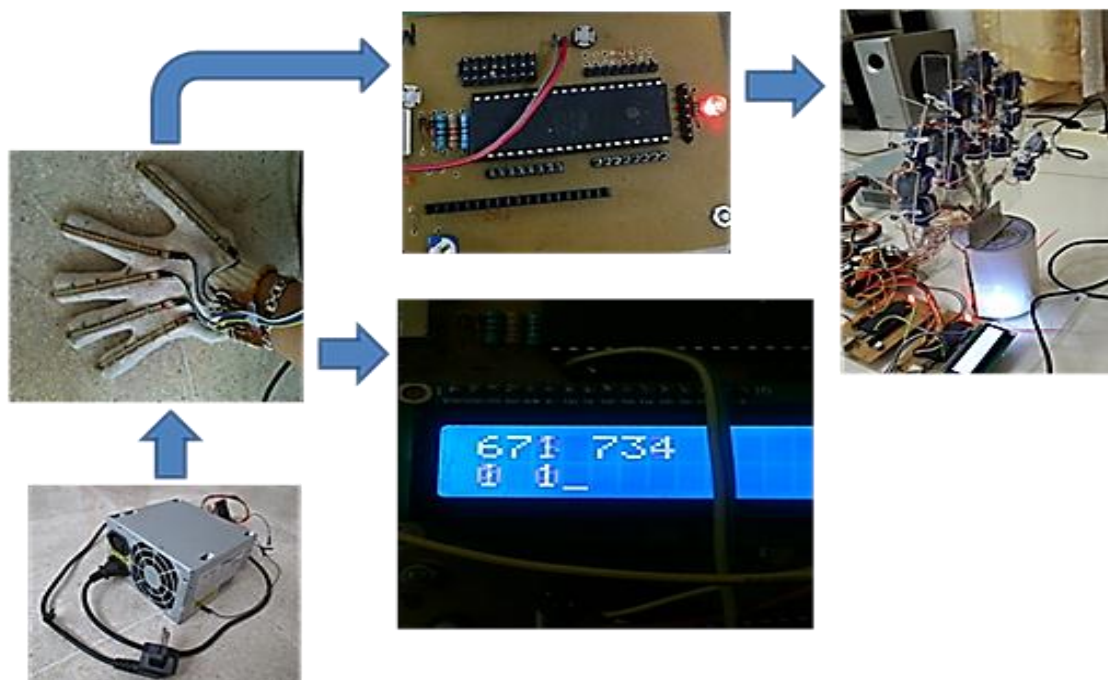


Gambar 2 *Flowchart* Kerja Alat

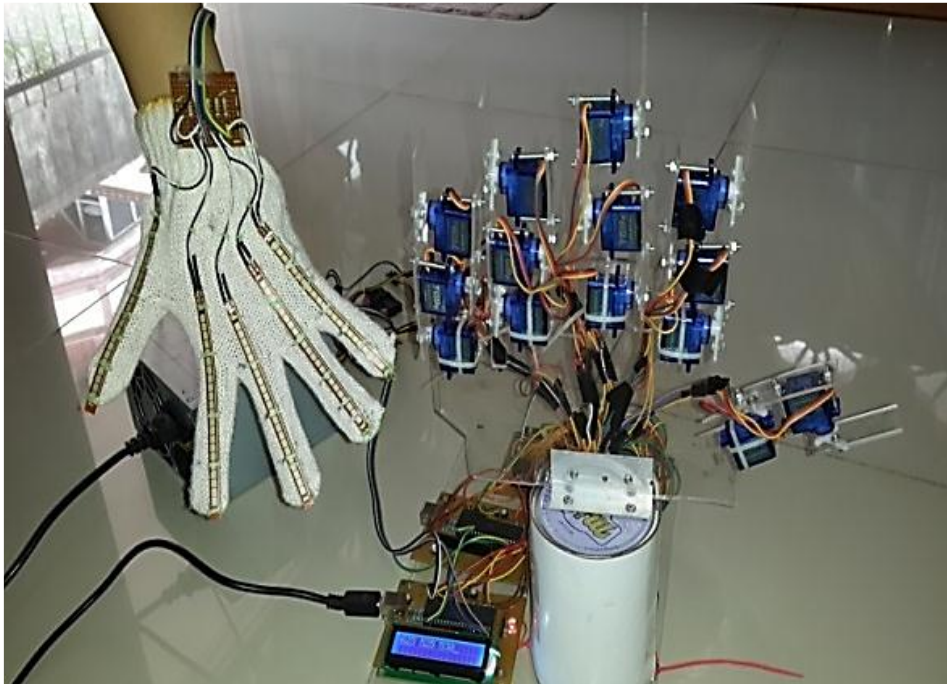
#### 4. PENGUJIAN ALAT

##### 4.1 Implementasi Prototype

Perangkat yang sebelumnya telah dilakukan perancangan maka dalam tahap ini melakukan implementasi terhadap perancangan perangkat yang ada. Hasil dari implementasi tersaji pada Gambar 3 dimana terdapat perangkat dan hubungannya dengan distribusi *suplay* tegangan yang menghubungkan tiap perangkat. Gambar 4 hasil implementasi jari tangan robot yang telah terhubung dengan sensor *Flex* sebagai proses membaca dan menjalankan jari robot.



Gambar 3 Rangkaian Sistem Kendali Robot Jari



Gambar 4 Robot Jari

#### 4.2 Pengujian Flex Sensor

Pengujian *flex sensor* dilakukan sebanyak lima kali pengujian dikarenakan terjadinya perubahan nilai hambatan *flex sensor* itu sendiri. Pengujian diatas menggunakan multimeter untuk memperoleh nilai tegangan dan kuat arus pada *flex sensor*. Sedangkan untuk nilai ADC-nya didapat dari data yang muncul pada layar LCD. Secara perhitungan manualnya, nilai ini dapat diperoleh dari mencari nilai tegangan, hambatan dan arus listrik pada *flex sensor*. Langkah pertama menentukan tegangan masukan *flex sensor*, misalnya sebesar 3V. Disini besar tegangan referensi yang digunakan adalah sebesar 5V. Tegangan pada kaki *flex sensor* dihubungkan dengan resistor bermuatan 10 K $\Omega$ . Ini artinya tegangan yang mengalir pada kaki *flex sensor* sebesar 2V. Dari sini masuk ke rumus  $V=I.R$ , dimana V adalah tegangan (V), I adalah arus (A), dan R adalah hambatan ( $\Omega$ ). Masukkan rumus untuk menghitung hambatan pada *flex sensor* :

$$V = I.R$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= \frac{2}{10000} = 0,0002 \text{ A}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$= \frac{3}{0,0002} = 15000 = 15 \text{ K}\Omega$$

Jadi, besar arus yang didapat pada saat tegangan input *flex sensor* sebesar 3V adalah 15 K $\Omega$ . Dari perhitungan ini juga bisa didapat nilai ADC. Akan tetapi nilai ADC yang diukur dengan menggunakan multimeter memiliki selisih dengan perhitungan yang akan dijelaskan dibawah ini. Hal ini dikarenakan nilai hambatan *flex sensor* selalu berubah-ubah. Akan tetapi selisihnya tidak

terlalu jauh. Perhitungan untuk mendapatkan nilai ADC ini terjadi pada mikrokontroler dimana *flex sensor* menghasilkan sinyal analog, sedangkan servo hanya bisa menerima sinyal *digital*.

Berikut cara perhitungannya :

Misalnya, tegangan input *flex sensor* = 3V

Tegangan referensi = 5V (memang menggunakan tegangan 5V)

Jenis ADC yang digunakan adalah 10 bit =  $2^n - 1 = 1023$

Hitung rasio perbandingannya :

$$\frac{3}{5} \times 100\% = 60\%$$

$$60\% \times 1023 = 614$$

Dari nilai 614 ini, dijadikan bilangan biner dengan hasil 1001100110. Kemudian data terakhir ini dikirimkan ke servo untuk pergerakan servo itu sendiri sesuai dengan pergerakan *flex sensor*.

#### 4.3 Pengujian Motor Servo

Setiap jari tangan manusia terdapat tiga ruas jari, terkecuali ibu jari yang hanya memiliki dua ruas jari. Begitu juga pada jari tangan robot yang dirancang. Setiap ruas diberi nama berurutan yang dimulai dari yang paling dekat dengan telapak tangan. Contohnya pada jari telunjuk diberi nama telunjuk1 pada ruas pertama, telunjuk2 pada ruas kedua dan telunjuk3 pada ruas ketiga. Sudut yang didapat dihitung secara manual dengan menggunakan busur. Pada posisi  $0^0$  tarik garis lurus. Saat *flex sensor* menunjukkan posisi  $90^0$ , maka pada servo akan menunjukkan hasil pergerakannya. Selanjutnya melihat pada servo ketiga yaitu telunjuk3. Tarik garis lurus sesuai posisi servo telunjuk3, kemudian bentuk sudut  $90^0$  dari garis tersebut hingga menyentuh garis lurus pertama pada posisi  $0^0$ . Besaran yang ditunjukkan itulah yang menjadi hasil yang ditulis pada pengujian servo.

Berikut hasil perhitungan persentase presisi antara sudut yang dihasilkan oleh *flex sensor* dengan sudut yang dihasilkan oleh motor servo pada ibu jari :

$$90^0 - 86^0 = 4^0$$

$$\frac{4}{90} \times 100\% = \underline{4,4\%}$$

$$140^0 - 136^0 = 4^0$$

$$\frac{4}{140} \times 100\% = \underline{2,85\%}$$

Berikut hasil perhitungan persentase presisi antara sudut yang dihasilkan oleh *flex sensor* dengan sudut yang dihasilkan oleh motor servo pada jari telunjuk :

$$90^0 - 88^0 = 2^0$$

$$\frac{2}{90} \times 100\% = \underline{2,22\%}$$

$$140^0 - 134^0 = 6^0$$

$$\frac{6}{140} \times 100\% = \underline{4,285\%}$$

Berikut hasil perhitungan persentase presisi antara sudut yang dihasilkan oleh *flex sensor* dengan sudut yang dihasilkan oleh motor servo pada jari tengah :

$$90^0 - 86^0 = 4^0$$

$$\frac{4}{90} \times 100\% = \underline{4,4\%}$$

$$140^0 - 134^0 = 6^0$$

$$\frac{6}{140} \times 100\% = \underline{4,285\%}$$

Berikut hasil perhitungan persentase presisi antara sudut yang dihasilkan oleh *flex sensor* dengan sudut yang dihasilkan oleh motor servo pada jari manis :

$$90^\circ - 87^\circ = 3^\circ$$

$$\frac{3}{90} \times 100\% = \underline{3,333\%}$$

$$140^\circ - 137^\circ = 3^\circ$$

$$\frac{3}{140} \times 100\% = \underline{2,142\%}$$

Berikut hasil perhitungan persentase presisi antara sudut yang dihasilkan oleh *flex sensor* dengan sudut yang dihasilkan oleh motor servo pada jari kelingking :

$$90^\circ - 87^\circ = 3^\circ$$

$$\frac{3}{90} \times 100\% = \underline{3,333\%}$$

$$140^\circ - 135^\circ = 5^\circ$$

$$\frac{5}{140} \times 100\% = \underline{3,571\%}$$

Dari hasil diatas didapat persentasi presisi pergerakan servo yakni <5%. Ini menunjukkan bahwa pergerakan pada servo sangat baik.

#### 4.4 Program

Untuk pemrograman jari tangan robot pada Bascom-AVR, penulis menggunakan 2 master data. Berikut penjelasan alur programnya :

##### 1. Bagian *header*

Dibagian pertama harus terdapat baris pokok untuk memulai program, yakni *\$regfile*, *\$crystal*, *\$hwstack*, *\$swstack* dan *\$framesize*. Pada bagian *header* ini digunakan sebagai pengenalan spesifikasi ATmega yang digunakan. ATmega yang digunakan disini adalah ATmega16.

##### 2. Bagian konfigurasi

Komponen-komponen didalam mikrokontroler terlebih dahulu dikonfigurasi seperti *Lcdpin*, jenis LCD yang digunakan, servo, ADC, *port A*, *port B* dan *port D*. Caranya yakni dengan mengidentifikasi letak pin-pin baik untuk *Lcdpin* maupun servo. Pada *Lcdpin* dikonfigurasi pada *port C*, sedangkan untuk servo dikonfigurasi pada *port B* dan *D* sesuai dengan peletakkan pada pin-pin di masing-masing *port*. *Port A* merupakan piranti masukan sedangkan *port B* dan *D* sebagai keluaran.

##### 3. Bagian inisialisasi

Bagian ini digunakan untuk penginisialisasian untuk servo. Contohnya servo 1 diletakkan di ruas jari manis yang kedua, dst.

##### 4. Bagian variabel

Variabel digunakan untuk membantu dalam perhitungan dengan tipe data *integer*. Variabel yang digunakan disini meliputi nilai *adc* untuk menampung nilai ADC setelah mengalami pergerakan, nilai *temp* untuk menampung nilai ADC yang sebelumnya, nilai untuk menghitung selisih dan *count* yang diberi nilai pertama = 0. Setiap servo diberi nilai awal 125 atau posisi lurus. Nilai servo sendiri ini berkisar dari 50 sampai 180 berdasarkan dari pengujian yang dilakukan.

##### 5. Bagian *filter* atau proses untuk menggerakkan servo

*Filter* digunakan untuk tingkat presisi yang baik. Langkah pertama harus mengkonfigurasi letak *temp* dan *adc* pada mikrokontroler. Disini diberikan contoh letaknya pada pin 0 dan 1 port *A*. Selanjutnya, mencari nilai selisih yakni dengan cara mengurangkan nilai awal dengan nilai yang berubah. Nilai yang berubah ini didapat dari nilai yang dihasilkan *flex sensor* ketika bergerak. Jika nilai selisih kurang dari 10, maka nilai *count* naik satu angka. Jika selisihnya



lebih dari 10, maka nilai *count* kembali menjadi 0 dengan nilai temp diambil dari nilai ADC yang terakhir. Misal :

Temp adc = 490

Adc = 510

Selisih = 20

Berarti nilai *count* = 0 dengan nilai temp adc = 510.

Temp adc = 510

Adc = 505

Selisih = 5

Berarti nilai *count* = 1 dengan nilai temp adc = 510.

Temp adc = 510

Adc = 515

Selisih = 5

Berarti nilai *count* = 2 dengan nilai temp adc = 510.

Jika masuk ke nilai *count* = 2, maka akan masuk ke perhitungan sbb :

Temp1 = adc = 510

Temp1 = 510 – 490 = 20

Temp1 = 20 dibagi 3

Temp2 = Temp1

Temp3 = Temp1

Nilai 490 didapat dari nilai terkecil yang dihasilkan oleh *flex sensor*. Tanda positif dan minus ini merupakan tanda dimana servo menunjukkan pergerakan yang sesuai dengan keinginan. Setelah perhitungan ini, *count* kembali ke nilai 0. Temp1, temp2, dst ini dialiaskan sebagai ruas jari tangan sesuai. Perulangan ini dilakukan sampai *power supply* dimatikan.

#### 6. Bagian menampilkan data pada LCD

Data ditampilkan dengan meletakkan pada posisi kolom dan baris pada LCD.

#### 4.5 Pemrograman Mikrokontroler ATmega16

Pengujian pada rangkaian mikrokontroler ATmega16 ini dapat dilakukan dengan menghubungkan rangkaian minimum mikrokontroler ATmega16 dengan *power supply* sebagai sumber tegangan. Kaki 10 dihubungkan dengan sumber tegangan 5V, sedangkan kaki 11 dan 31 dihubungkan dengan *ground*.

Kemudian tegangan pada kaki 10 diukur dengan menggunakan voltmeter. Dari hasil pengujian didapatkan tegangan pada kaki 10 sebesar 5V.

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang pergerakan jari tangan robot pengikut pergerakan jari tangan manusia ini dapat disimpulkan :

1. Teknologi jari tangan robot dapat diimplementasikan untuk mengangkat sebuah barang.
2. Secara keseluruhan alat yang dibuat, dapat bekerja dan berfungsi sesuai dengan harapan, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai jari pengganti yang dapat menggenggam benda-benda berbahaya sesuai dengan kontur dari benda tersebut, sehingga dapat mengurangi risiko yang ditimbulkannya.
3. Kemampuan pada jari tangan robot ini berdasarkan pergerakan pada *flex sensor*.

### 5.2 Saran

Dari hasil penelitian tentang jari tangan robot, terdapat beberapa saran yang dapat dikembangkan seperti :

1. Sarung tangan robot menggunakan *wireless*, sehingga menempuh jarak yang lebih jauh tanpa terhalang panjang kabel.

2. Fungsi dari alat diharapkan bisa diperluas lagi supaya tidak hanya bisa menggenggam, tetapi bisa juga mengangkat benda yang lebih berat.
3. Meningkatkan sensitivitas pergerakan *flex sensor*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andrianto, Heri 2011, *Menggambar Teknik Rangkaian PCB*, Modula, Bandung.
- [2] Atmel Corporation, Diakses 10 Agustus 2013, dari: [www.atmel.com/atmel/acrobat/doc2467pdf](http://www.atmel.com/atmel/acrobat/doc2467pdf)
- [3] Budiharto, Widodo 2008, *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR ATmega16*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [4] 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\\_1344501141.pdf](http://www.polines.ac.id/teknis/upload/jurnal/jurnal_teknis_1344501141.pdf)
- [5] Muis, Saludin 2013, *Prinsip Kerja LCD dan Pembuatannya (Liquid Crystal Display)*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [6] Servocity, Diakses 12 Agustus 2013, dari : [www.robotiksistem.com](http://www.robotiksistem.com)
- [7] Suyadhi, Taufiq Dwi Septian 2010, *Buku Pintar Robotika*, Andi, Yogyakarta.