

# RANCANG BANGUN ALAT UKUR FLEKSIBILITAS TUBUH MENGUNAKAN SENSOR JARAK BERBASIS MIKROKONTROLER

Royonald Natan Nugrawan<sup>1)</sup>, Tan Suryani Sollar<sup>2)</sup>, Nurhani Amin<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Tadulako,

<sup>2,3)</sup>Dosen Teknik Elektro Universitas Tadulako

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako

E-mail : royaldn@gmail.com

## Abstract

*Body flexibility is one of the factors that greatly helps physical health because it can help in prevention, help restore muscle, and improve efficiency in various physical activities. One method to measure the body speed level is Sit and Reach Test using the Sit and Reach Box Scale measurement tool. Technically, this measuring instrument is still manual, simple and its production is still very limited. Therefore we need a measuring device to use electronic components to help process better and better in terms of which can be adjusted to good or bad by using the parameter norm Sit and Reach Test. The purpose of this study is to design a flexibility measuring instrument using a microcontroller based proximity sensor. This tool works with the arduino uno microcontroller as the main controller, HC-SR04 ultrasonic sensor as a distance reader for body flexibility, LED indicators and speakers as a sign of body flexibility, then LCD and delphi 7 applications using serial communication as a display of body flexibility.*

**Keywords:** Body Flexibility, Sit and Reach Test, Arduino Uno, Ultrasonic Sensor

## I. PENDAHULUAN

Fleksibilitas tubuh merupakan kemampuan seseorang untuk menggerakkan tubuh atau bagian-bagian tubuh dalam satu ruang gerak yang seluas mungkin, tanpa mengalami luka atau cedera pada bagian persendian dan otot di sekitar persendian. Fleksibilitas dianggap sebagai faktor penting yang mempengaruhi kesehatan fisik. Fleksibilitas yang baik dapat membantu dalam pencegahan cedera, membantu meminimalkan nyeri otot, dan meningkatkan efisiensi di segala aktivitas fisik.[1]

Metode *Sit and Reach* adalah salah satu tes fleksibilitas untuk mengukur dan memonitor fleksibilitas pada punggung bawah dan *hamstring*. Metode ini sudah sering

digunakan pada penelitian yang terkait dengan fleksibilitas punggung bawah dan *hamstring*. Alat ukur yang sering digunakan untuk melakukan *Sit and Reach Test* yaitu *Sit and Reach Box Scale*. Secara teknis alat ukur ini masih bersifat manual, sederhana dan produksinya masih sangat terbatas.

Berdasarkan latar belakang tersebut mendorong peneliti untuk berkreasi dan membuat inovasi baru pada alat ukur fleksibilitas tubuh memanfaatkan perkembangan teknologi di bidang elektronika, dengan harapan alat yang akan dibuat dapat lebih membantu dalam proses pengukuran dan terlihat lebih menarik dari segi tampilan. Oleh karena itu penulis mengambil judul tugas akhir “Rancang Bangun Alat Ukur Fleksibilitas Tubuh Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler”.

### 1.1. Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino adalah sebuah *board* mikrokontroler berbasis ATmega 328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, *crystal osilator* 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, kepala ICSP, dan tombol *reset*. Arduino dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.[2]



Gambar 1. Board arduino uno

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding *board* mikrokontroler yang lain, selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrograman sendiri yang berupa bahasa C. selain itu dalam *board*

arduino sudah terdapat *loader* berupa USB sehingga memudahkan pengguna ketika memprogram mikrokontroler yang ada di dalam Arduino.

### 1.2. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Gelombang ultrasonik adalah gelombang dengan besar frekuensi diatas frekuensi gelombang suara yaitu lebih dari 20 KHz. Gelombang ultrasonik akan mengeluarkan sinyal ultrasonik dengan frekuensi di atas ambang frekuensi pendengaran manusia sehingga tidak dapat terdengar. Gelombang ultrasonik merambat di udara dengan kecepatan 1130 feet per *second* ( $\pm 344$  m/s). mengukur jarak antara 3 cm (1.2 inches) sampai 3 m (3.3 yards). Sensor ultrasonik terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut *transmitter* dan rangkaian penerima *ultrasonic* yang disebut *receiver*. [3]



Gambar 2. Sensor Ultrasonik HC-SR04

### 1.3. DFPlayer Mini

DFPlayer mini adalah modul mp3 dengan output yang telah disederhanakan langsung ke pengeras suara (*speaker*). Modul ini dapat digunakan berdiri sendiri dengan baterai, *speaker*, dan *push button*, atau dapat juga dikombinasikan dengan Arduino Uno atau perangkat lainnya dengan kemampuan RX/TX. DFPlayer menghubungkan modul *decoding* yang rumit dengan sempurna, yang mendukung format audio pada umumnya seperti MP3, WAV, WMA. Selain itu, juga mendukung TF *card* dengan sistem *file* FAT16, FAT32. Melalui *portserial* yang sederhana, pengguna dapat memainkan musik yang dipilih tanpa perintah-perintah rumit untuk melakukannya. [4]



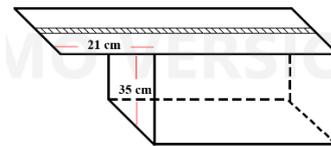
Gambar 3. DFPlayer Mini

## 1.4. Fleksibilitas Tubuh

Fleksibilitas tubuh merupakan kemampuan seseorang untuk menggerakkan tubuh atau bagian-bagian tubuh dalam satu ruang gerak yang seluas mungkin, tanpa mengalami luka atau cedera pada bagian persendian dan otot di sekitar persendian. Menurut William (1993) fleksibilitas adalah kemampuan dari berbagai macam sendi tubuh bergerak melalui luas gerak sendi secara penuh, sedangkan menurut M. Sajoto (1995) fleksibilitas adalah daya lentur seseorang dalam penyesuaian diri untuk segala aktivitas dengan peguluran tubuh yang luas. [5]

### 1. Pengukuran Fleksibilitas

*Sit and Reach Test* merupakan metode pengukuran untuk mengukur fleksibilitas dari otot *hamstring* dan punggung belakang yang menggunakan media berupa boks terbuat dari papan atau metal yang tingginya 35 cm, lalu diatas boks tersebut diletakkan penggaris ukur yang panjangnya 21 cm keluar dari boks dan 39 cm sampai ke ujung boks tersebut.



Gambar 4. *Sit and Reach Test* Box Scale

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Untuk melakukan penelitian mengenai rancang bangun alat ukur fleksibilitas tubuh menggunakan sensor jarak berbasis meikrokontroler dibutuhkan alat dan bahan antara lain adalah sebagai berikut :

#### 2.1.1. Bahan Penelitian

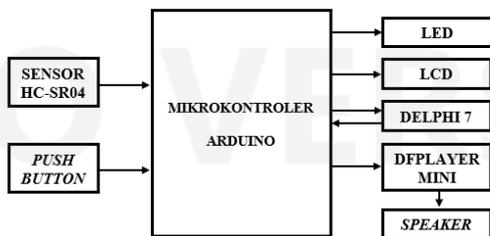
Berikut adalah bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini pertama Perangkat keras (*Hardware*) yaitu Komponen elektronika antara lain : Mikrokontroler Arduino Uno, LCD, *Push Button*, *LED*, Sensor ultrasonik HC-SR-04, DFPlayer Mini, *Speaker*, *Power Supply*, kedua Perangkat lunak yaitu: arduino unu IDE, Dlephi 7, Microsoft Office.

### 2.1.2. Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain : Laptop/Komputer, solder, penyedot timah, multimeter, kabel jumper, timah.

### 2.2. Perancangan dan Pembuatan Alat

Untuk mengetahui konsep pada perancangan penelitian yang berjudul tentang rancang bangun alat ukur fleksibilitas tubuh menggunakan sensor jarak berbasis mikrokontroler ini dapat digambarkan dalam bentuk blok diagram seperti pada gambar berikut.



Gambar 5. Diagram Blok Perancangan Alat

Dari diagram blok diatas dapat dijelaskan cara kerja alat sebagai berikut :

- Fleksibilitas tubuh akan terdeteksi oleh sensor ultrasonik HC-SR04 yang membaca jarak jangkauan tangan pada alat ukur dan kemudian mengirimkan data hasil pembacaan ke mikrokontroler Arduino sebagai pusat kendali.
- Data yang ada pada mikrokontroler Arduino kemudian diolah dan hasilnya berupa jarak pengukuran dan tingkat fleksibilitas tubuh (sangat kurang, kurang, cukup, baik, dan sangat baik) ditampilkan pada LCD dan aplikasi Delphi 7.

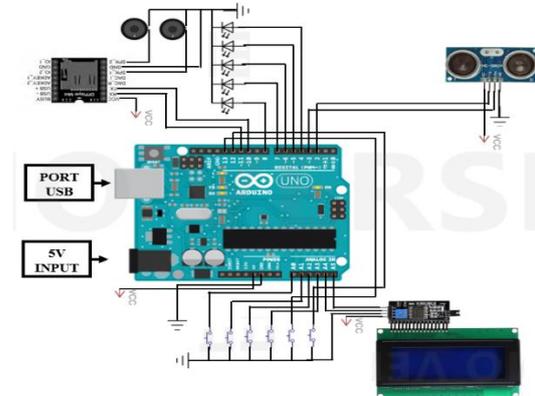
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil Penelitian

Arduino Uno berfungsi sebagai *board* dengan mikrokontroller ATmega 328 yang mengatur semua sistem dalam alat, semua sinyal-sinyal input akan diproses di mikrokontroler dan akan mengeluarkan output-output sesuai program yang telah ditanamkan di dalamnya. Input-input tersebut antara lain adalah sensor ultrasonik HC-SR04, *push button*.

Sedangkan output-outputnya antara lain adalah LED, LCD, DFPlayer Mini dan *speaker*. Pada Arduino Uno, terdapat 14 pin input /

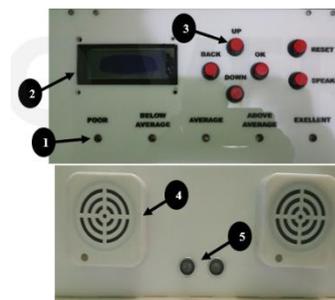
output yaitu pin 0 sampai pin 13, dan 6 pin input analog yaitu pin A0 sampai A5, selain itu Arduino Uno juga memiliki pin VCC, pin GND, dan pin reset.



Gambar 6. Skema Rangkaian Alat

### 3.2. Bentuk Fisik Alat

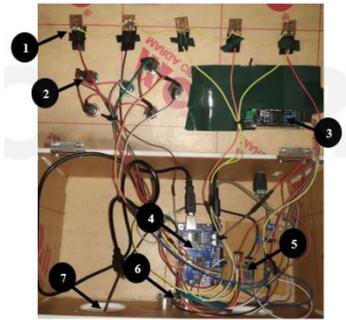
Alat ukur fleksibilitas tubuh ini dirancang di dalam sebuah kotak yang diupayakan memiliki dimensi yang sekecil mungkin agar mudah untuk dipindahkan dari satu tempat ke tempat yang lain yaitu, 36 cm x 18 cm x 12 cm. Di dalam mekanik *box* terdapat komponen-komponen *input-output*, rangkaian elektronika, dan program di dalam mikrokontroler Arduino Uno yang terintegrasi membentuk sebuah alat dengan sistem yang dapat menjalankan fungsi pengukuran tingkat fleksibilitas tubuh.



Keterangan :

1. LED
2. LCD
3. Push Button
4. Speaker
5. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Gambar 7. Bagian Luar Alat

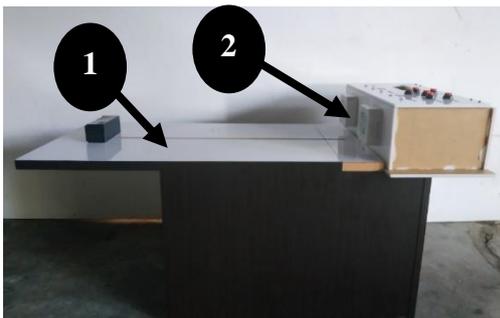


Keterangan :

1. LED
2. Push Button
3. LCD
4. Arduino Uno
5. DFPlayer Mini
6. Sensor Ultrasonik HC-SR04
7. Speaker

**Gambar 8. Bagian Dalam Alat**

Untuk menjalankan alat, pengguna harus meletakkan alat di atas *sit and reach box scale* dengan posisi di bagian belakang.



Keterangan :

1. *Sit and Reach Scale Box Scale*
2. Kotak Rangkaian Elektronika

**Gambar 9. Alat Ukur Fleksibilitas Tubuh**

### 3.3. Software/Aplikasi Alat Ukur Fleksibilitas Tubuh pada PC

Software/aplikasi yang dibuat menggunakan Delphi7 ini bertujuan sebagai *interface* antara arduino dengan PC. Fungsi utama dari aplikasi ini adalah menampilkan hasil dari pengukuran fleksibilitas tubuh, selain itu aplikasi ini juga dapat menyimpan data informasi hasil pengukuran fleksibilitas tubuh.

Tampilan *menu* dibuat sederhana sehingga memudahkan pengguna untuk melakukan pengukuran.



**Gambar 10. Tampilan Pada Aplikasi Delphi7**

### 3.4. Pengujian Push Button

Pengujian pada *push button* dilakukandengan tujuan untuk mengetahui apakah *push button* berfungsi secara normal pada saat di tekan.

**Tabel 1. Pengujian Push Button**

No.	Push Button	Kondisi	Keterangan
1.	Up	Low	Push button berfungsi normal saat di tekan
		High	Push button berfungsi normal saat tidak di tekan
2.	Down	Low	Push button berfungsi normal saat di tekan
		High	Push button berfungsi normal saat tidak di tekan
3.	OK	Low	Push button berfungsi normal saat di tekan
		High	Push button berfungsi normal saat tidak di tekan
4.	Back	Low	Push button berfungsi normal saat di tekan
		High	Push button berfungsi normal saat tidak di tekan
5.	Reset	Low	Push button berfungsi normal saat di tekan
		High	Push button berfungsi normal saat tidak di tekan
6.	Speaker	Low	Push button berfungsi normal saat di tekan
		High	Push button berfungsi normal saat tidak di tekan

### 3.5. Pengujian DFPlayer Mini dan Speaker

Pengujian pada DFPlayer Mini dan *speaker* dilakukandengan tujuan untuk mengetahui apakah DFPlayer Mini dan *speaker* berfungsi secara normal pada saat menginformasikan tingkat fleksibilitas tubuh pengukur.

**Tabel 2. Pengujian DFPlayer Mini dan Speaker**

No.	Kondisi	Status	Keterangan
1.	Poor	ON	Speaker berfungsi normal pada saat menginformasikan kondisi tingkat fleksibilitas tubuh
2.	Below Average	ON	Speaker berfungsi normal pada saat menginformasikan kondisi tingkat fleksibilitas tubuh
3.	Average	ON	Speaker berfungsi normal pada saat menginformasikan kondisi tingkat fleksibilitas tubuh
4.	Above Average	ON	Speaker berfungsi normal pada saat menginformasikan kondisi tingkat fleksibilitas tubuh
5.	Excellent	ON	Speaker berfungsi normal pada saat menginformasikan kondisi tingkat fleksibilitas tubuh

### 3.6. Pengujian LED (Light Emitting Diode)

Pengujian pada LED (*Light Emitting Diode*) dilakukandengan tujuan untuk mengetahui apakah LED (*Light Emitting Diode*) berfungsi secara normal pada saat menunjukkan tingkat fleksibilitas tubuh.

**Tabel 3. LED (Light Emitting Diode)**

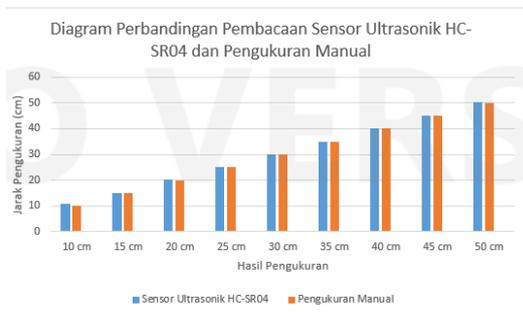
No.	LED	Kondisi	Keterangan
1.	Poor	High	LED berfungsi normal pada saat menunjukkan kondisi tingkat fleksibilitas tubuh
2.	Below Average	High	LED berfungsi normal pada saat menunjukkan kondisi tingkat fleksibilitas tubuh
3.	Average	High	LED berfungsi normal pada saat menunjukkan kondisi tingkat fleksibilitas tubuh
4.	Above Average	High	LED berfungsi normal pada saat menunjukkan kondisi tingkat fleksibilitas tubuh
5.	Excellent	High	LED berfungsi normal pada saat menunjukkan kondisi tingkat fleksibilitas tubuh

**3.7. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04**

Pengujian pada sensor ultrasonik HC-SR04 adalah untuk menghitung pembacaan data jarak sensor terhadap objek pantulan yang ada didepannya. Tampilan nilai pembacaan jarak oleh sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada tampilan LCD atau bisa juga pada aplikasi alat ukur fleksibilitas tubuh Delphi 7 yang terkoneksi antara komputer/laptop dan mikrokontroler.

**Tabel 4. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04**

Jarak Fleksibilitas (Pembacaan Sensor)	Jarak Fleksibilitas (Pengukuran Manual)	Selisih	Error %
10,09 cm	10 cm	0,09 cm	0,89
15,05 cm	15 cm	0,05 cm	0,33
20,30 cm	20 cm	0,30 cm	1,4
25,23 cm	25 cm	0,23 cm	0,91
30,05 cm	30 cm	0,05 cm	0,17
35,04 cm	35 cm	0,04 cm	0,11
40,22 cm	40 cm	0,22 cm	0,55
45,20 cm	45 cm	0,20 cm	0,44
50,36 cm	50 cm	0,36 cm	0,71



**Gambar 10. Diagram Perbandingan Pembacaan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Pengukuran Manual**

Dari hasil pembacaan tabel 4. yaitu membandingkan data jarak ukur fleksibilitas tubuh antara pembacaan sensor dengan pengukuran secara manual, maka dapat dihitung presentase tingkat kesalahan absolut (*absolut percentage error/APE*) dengan cara mengurangi nilai aktual ( $X_i$ ) dengan nilai perkiraan ( $F_i$ ), lalu dimutlakan. Hasilnya dibagi dengan nilai aktual dan dikalikan 100

persen (Dian Wijayanto, Spi, MM, MSE, 2012:96). Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$APE = \frac{|X_i - F_i|}{X_i} \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

Setelah melakukan perhitungan presentase tingkat kesalahan absolut (*absolut percentage error/APE*) dengan rumus diatas, maka dapat dilihat total presentase tingkat kesalahan absolut (*absolut percentage error/APE*) sebagai berikut :

$$Total APE = \frac{Jumlah APE}{Banyak Pengukuran} \dots\dots\dots(2)$$

**3.8. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan**

Selanjutnya dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan kepada beberapa orang sampel untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat dalam menentukan tingkat fleksibilitas tubuh.

**Tabel 5. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan**

Nama	Jenis Kelamin		Usia (tahun)	Hasil Pengukuran (cm)	Indikator LED					Keterangan
	Laki-Laki	Perempuan			Poor	Below Average	Average	Above Average	Excellent	
Julawan	√		23	35,44			√	√		kategori fleksibilitas tubuh "Baik"
Sari		√	22	33,28			√			kategori fleksibilitas tubuh "Cukup"
Rimba	√		23	28,16			√			kategori fleksibilitas tubuh "Sangat kurang"
Mona R.		√	52	17,56	√					kategori fleksibilitas tubuh "Sangat kurang"
Manny T.	√		53	10,23	√					kategori fleksibilitas tubuh "Sangat kurang"
Headrik	√		30	25,78		√				kategori fleksibilitas tubuh "Kurang"
Yolanda		√	19	20,24	√	√				kategori fleksibilitas tubuh "Sangat kurang"

Dari data hasil pengujian pada beberapa sampel dapat dianalisa bahwa pada sampel dengan usia terbilang muda memiliki tingkat fleksibilitas tubuh yang cukup bahkan baik. Sedangkan sampel dengan usia terbilang tua memiliki tingkat fleksibilitas tubuh yang sangat kurang, adapun beberapa sampel yang memiliki tingkat fleksibilitas tubuh yang kurang diusia muda disebabkan oleh faktor indeks masa tubuh, dimana indeks masa tubuh sampel yang tinggi membuat tingkat fleksibilitas tubuhnya menurun.

**3.9. Pembahasan**

Dari hasil pengujian alat ukur fleksibilitas tubuh menggunakan sensor jarak berbasis mikrokontroler, dapat dilihat bahwa alat dapat menjalankan fungsinya dengan baik sebagai alat ukur fleksibilitas tubuh, terlihat dari pengujian yang dilakukan terhadap beberapa sampel dengan jenis kelamin dan usia yang berbeda.

Pengujian pengukuran yang dilakukan berhasil menunjukkan tingkat fleksibilitas tubuh pengukur sesuai dengan norma *sit and reach test*.

#### IV. PENUTUP

##### 4.1. Kesimpulan

Perangkat ini digunakan untuk mengukur tingkat fleksibilitas tubuh yang menjadi solusi bagi orang-orang yang kesulitan untuk mengetahui apakah sudah mempunyai tingkat fleksibilitas tubuh yang baik atau buruk.

Alat sudah bisa bekerja sesuai dengan hasil perhitungan dan analisa yang didapatkan, yaitu ketika pengukur melakukan pengukuran maka secara otomatis nilai jarak pengukuran dan tingkat fleksibilitas tubuh akan muncul pada LCD dan juga layar komputer/laptop melalui aplikasi Delphi yang sebelumnya aplikasi tersebut sudah dirancang untuk menerima dan mengolah data hasil dari pengukuran jarak tingkat fleksibilitas tubuh melalui komunikasi *serial*.

Dari hasil pengujian sistem secara keseluruhan, dapat dilihat bahwa fleksibilitas tubuh seseorang dipengaruhi oleh faktor usia dan indeks masa tubuh dimana semakin tua seseorang maka tingkat fleksibilitas tubuhnya akan semakin menurun, dan semakin tinggi indeks masa tubuh seseorang juga akan membuat tingkat fleksibilitas tubuh semakin menurun.

##### 4.2. Saran

Berdasarkan pembuatan Alat Ukur fleksibilitas Tubuh Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler, masih banyak terdapat kekurangan pada alat. Untuk itu diharapkan kedepannya alat ini dapat dikembangkan dengan menggunakan sensor pengukur jarak yang lebih akurat pembacaanya, dan menggunakan komunikasi nirkabel untuk pengiriman data dari mikrokontroler Arduino ke aplikasi Delphi 7.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rezky A.U., 2016. Perbandingan Fleksibilitas Punggung Bawah Dengan Metode *Sit and Reach* pada Siswa Obesitas dan Non Obesitas, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin Makassar.
- [2] Djuandi, F. 2011. Mikrokontroler Arduino Uno.<http://dialogsimponi.blogspot.co.id-/2014/11/normal-0-false-false-false-in-x-none-x.html>, diakses: 24 oktober 2017
- [3] Depok i., HC-SR04 (Ultrasonik Sensor), <http://depokinstrumens.com>, diakses : 31 Oktober 2017.
- [4] Afdal T., 2017. Rancang bangun alat pendeteksi kondisi telur ayam berbasis mikrokontroler ATMEGA 32 dengan sensor cahaya, Jurusan teknik elektro, Universitas Tadulako, Palu.
- [5] M. Muhshiy T., 2016. Efektivitas Self Massage dan Proprioceptif Neuromuscular Facilitation (Pnf) Saat Pendinginan Terhadap Denyut Nadi Pemulihan Dan Fleksibilitas Pemain Basket Universitas Negeri Yogyakarta, Jurusan Pendidikan Kesehatan Rekreasi Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta.