

# PERANCANGAN ALAT OLAH RAGA UNTUK MELATIH OTOT LENGAN TRISEP

Ahmad Fauzy , Ir. Kemalasari, MT

Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Kampus PENS-ITS, Sukolilo, Surabaya

[ojie\\_mamed@yahoo.com](mailto:ojie_mamed@yahoo.com)

Untuk menjaga kondisi fisik agar tetap prima, kita perlu menjaga kesehatan dengan cara berolah raga. Jenis Olah raga ada berbagai macam, antara lain renang, jogging, sepak bola, basket, volly dan lain – lain. Sedangkan pada tugas akhir ini dilakukan penelitian tentang berapa besar gaya yang tujuannya untuk membuat alat olah raga untuk melatih otot lengan trisep. Prinsip kerja dari alat ini akan memanfaatkan sifat elastisitas dari pegas, yang berjenis pegas tarik. Pegas tersebut nantinya akan dirangkai pada sebuah rangka besi yang terhubung oleh sebuah sensor. Sensor yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu potensiometer. Prinsip kerja dari alat ini adalah sebagai berikut : sensor input berupa potensiometer, akan mengkonversi menjadi gaya yang timbul pada saat seseorang mendorong alat yang terdapat potensiometranya, sehingga tekanan yang dihasilkan oleh orang tersebut akan menghasilkan sinyal analog berupa tegangan yang besarnya sesuai dengan kekuatan dorong. Sinyal analog dari sinyal sensor, akan dirubah menjadi sinyal digital oleh ADC, kemudian akan diolah oleh mikrokontroller menjadi data gaya yang diperlukan. Hasilnya akan ditampilkan di LCD sehingga dapat diketahui secara langsung berapa besar gaya yang diperlukan. Dari Percobaan didapatkan nilai ketetapan pegas ( $k$ ) sebesar 89,4 N/m dan hasil nilai error rata-rata percobaan sebesar 7.85 %.

**Kata kunci:** Otot Lengan, Pegas, Potensiometer, ADC dan LCD.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari, pernahkah Anda mengamati pegas?, ada beberapa macam pegas yang ada. Banyak aplikasi pegas dalam sehari-hari, misalnya ketika Anda mengendarai sepeda motor atau berada dalam sebuah mobil yang sedang bergerak di jalan, yang permukaannya tidak rata alias jalan berlubang, pegas membantu meredam kejutan sehingga anda merasa sangat nyaman berada dalam mobil atau ketika berada di atas sepeda motor. Apabila setiap kendaraan yang Anda tumpangi tidak memiliki pegas, perjalanan Anda akan sangat melelahkan, apalagi ketika menempuh perjalanan yang jauh. Pegas merupakan salah satu contoh benda

elastis. Contoh benda elastis lainnya adalah karet mainan.

Sedangkan Kegiatan olahraga merupakan suatu kegiatan yang dapat dilakukan oleh siapa saja, dengan tidak memandang tingkatan usia, tingkat kehidupan ekonomi atau tingkat sosial budaya. Oleh karena itu, semua orang dapat melaksanakannya, maka olahraga itu sendiri mempunyai makna dan arti tersendiri bagi si pelaku.

Di saat teknologi yang semakin maju dan juga kebutuhan manusia dalam olahraga merupakan salah satu yang tidak terlepas dalam aktivitas kita sehari-hari. Olahraga merupakan sarana untuk menyeimbangkan antara kebutuhan jasmani dan rohani. Karena Sehat adalah sesuatu yang tidak murah untuk saat ini.

Bila kondisi badan kita tidak dalam kondisi yang baik, maka penyakit akan dengan mudah masuk dalam tubuh kita. Sehingga pekerjaan, pendidikan dan semua aktifitas kita bisa terganggu. Belum lagi kita harus priksa kedokter, menebus resep dokter, biaya menginap bila penyakit kita parah. Apa lagi dewasa ini semua harga sudah pada naik. Oleh karena itu olah raga sangatlah penting meskipun tidak rutin kitalakukan. Cukup setengah sampai satu jam setiap harinya. Untuk itu bagai mana memanfaatkan antara keduanya dengan cara merancang sebuah alat olah raga untuk melatih kekuatan otot lengan.

#### 1.2 Tujuan :

Tujuan proyek akhir ini adalah merancang sebuah alat olah raga untuk melatih kekuatan otot lengan.

#### 1.3 Perumusan Masalah :

Permasalahan yang diangkat dalam penerapan perangkat keras ini adalah :

- Bagaimana membuat alat untuk melatih kekuatan otot lengan.
- Mengukur Kekuatan yang berasal dari tegangan yang dihasilkan oleh potensio meter.

#### 1.4 Batasan Masalah :

Adapun batasan-batasan masalah yang dibuat agar dalam pengerjaan proyek akhir ini dapat berjalan dengan baik adalah :

- Hasil Pengukuran ditampilkan pada LCD

## BAB II TEORI PENUNJANG

Tinjauan teori yang dibutuhkan untuk mendukung pembuatan proyek akhir ini adalah teori tentang device / komponen yang digunakan.

### 2.1 Elastisitas

Apabila Anda menarik karet mainan sampai batas tertentu, karet tersebut bertambah panjang. Jika tarikan dilepaskan, maka karet akan kembali ke panjang semula. Demikian juga ketika Anda merentangkan pegas, pegas tersebut akan bertambah panjang, dan kalau dilepaskan, panjang pegas akan kembali seperti semula. Hal itu disebabkan karena benda-benda tersebut memiliki sifat elastis. Elastisitas adalah kemampuan sebuah benda untuk kembali ke bentuk awalnya ketika gaya luar yang diberikan kepada benda tersebut dihilangkan. Jika sebuah gaya diberikan pada sebuah benda yang elastis, maka bentuk benda tersebut berubah. Untuk pegas dan karet, yang dimaksudkan dengan perubahan bentuk adalah pertambahan panjang. Perlu kita ketahui bahwa gaya yang diberikan juga memiliki batas-batas tertentu. Sebuah karet bisa putus jika gaya tarik yang diberikan sangat besar, melewati batas elastisitasnya. Demikian juga sebuah pegas tidak akan kembali ke bentuk semula jika diregangkan dengan gaya yang sangat besar. Jadi, benda-benda elastis tersebut memiliki batas elastisitas.

#### 2.1.1 Perubahan Bentuk

Jika sebuah gaya sejajar sama besar dan berlawanan arah dikerjakan pada benda cair, padat atau gas, maka bentuk benda akan berubah. Pegas yang tergantung vertikal kemudian ditarik ujungnya mengalami perubahan bentuk, yaitu bertambah panjang. Kawat baja yang digantung vertikalpun berubah bentuk jika ujungnya ditarik, walaupun perubahan bentuknya sangat kecil sehingga tidak dapat diamati oleh mata. Perubahan bentuk benda tergantung pada arah dan letak kedua gaya sejajar yang diberikan. Ada tiga jenis perubahan bentuk. Yaitu regangan, mampatan dan geseran.

### 2.2 Teori Dinamika

#### 2.2.1 Massa

Dalam ilmu fisika, massa diartikan sebagai ukuran inersia alias kelembaman suatu benda (kemampuan mempertahankan keadaan suatu gerak). Makin besar massa suatu benda, makin sulit mengubah keadaan gerak benda tersebut. Semakin besar massa benda, semakin sulit menggerakannya dari keadaan diam, atau menghentikannya ketika sedang bergerak. Lambang massa =  $m$  (*mass – kata bahasa inggris yang berarti massa*). Satuan massa (Satuan Sistem Internasional) adalah kilogram (kg).

#### 2.2.2 Gaya

Dalam ilmu fisika, gaya diartikan sebagai dorongan atau tarikan terhadap suatu benda. Gaya dapat dibedakan menjadi dua jenis. Misalnya ketika mendorong motor yang mogok sehingga motor tersebut bergerak, maka pada motor tersebut bekerja gaya dorong. Gaya dorong disebut juga sebagai gaya sentuh karena terdapat kontak langsung antara benda yang dikenai gaya dan sumber gaya (pendorong motor). Ketika sesuatu jatuh dari ketinggian tertentu menuju permukaan tanah (buah kelapa atau buah mangga misalnya), yang menjadi penyebab jatuhnya benda-benda tersebut adalah gaya gravitasi. Untuk kasus ini tidak terdapat kontak antara sumber gaya (gaya gravitasi) dan benda-benda yang dikenai gaya (misalnya buah mangga atau kelapa). Karena tidak ada kontak atau sentuhan, maka gaya seperti ini disebut juga sebagai tarikan. Gaya tarik dikenal juga sebagai gaya tak sentuh. Untuk kebanyakan kasus, gaya menyebabkan benda-benda bergerak. Walaupun demikian, untuk kasus tertentu gaya tidak menyebabkan benda bergerak. Ketika mendorong tembok, misalnya, walaupun sampai banjir keringat, tembok tersebut tidak bergerak. Ketika mendorong tembok, kita juga memberikan gaya pada tembok tersebut. Walaupun demikian, gaya kita sangat kecil sehingga tidak mampu merubuhkan tembok itu. Lambang gaya =  $\mathbf{F}$  (*Force*). Satuan gaya =  $\text{kg m/s}^2$  atau sering disebut Newton.

#### 2.2.3 Hukum Newton II

Hukum II Newton menyatakan bahwa :

*Jika suatu gaya total bekerja pada benda, maka benda akan mengalami percepatan, dimana arah percepatan sama dengan arah gaya total yang bekerja pada benda tersebut. Besar gaya total sama dengan massa benda dikalikan dengan percepatan benda.*

Secara matematis, Hukum II Newton dinyatakan sebagai berikut :

$$\Sigma F = m.a \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

$F$  : Force / Gaya (Newton atau  $\text{Kg m/s}^2$ )

$m$  : Massa (Kg)

$a$  : acceleration / Percepatan ( $\text{m/s}^2$ )

$\mathbf{a}$  adalah percepatan,  $m$  adalah massa dan  $\Sigma F$  adalah gaya total. Simbol  $\Sigma$  (*huruf Yunani “sigma”*) yang berarti “jumlah dari”. Karena  $\mathbf{F}$  adalah gaya maka  $\Sigma F$  berarti jumlah vektor dari semua gaya yang bekerja pada benda tersebut, yang kita kenal sebagai **gaya total**.  $m$  adalah massa benda dan  $a$  adalah percepatan

### 2.3 Potensio Meter sebagai Sensor Kekuatan

Potensiometer adalah resistor tiga terminal dengan sambungan geser yang membentuk pembagi tegangan dapat diatur. Jika hanya dua terminal yang digunakan (salah satu terminal tetap dan terminal geser), potensiometer berperan sebagai resistor variabel atau Rheostat. Potensiometer biasanya digunakan untuk mengendalikan peranti elektronik seperti pengendali suara pada penguat. Potensiometer yang dioperasikan oleh suatu mekanisme dapat digunakan sebagai transduser, misalnya sebagai sensor joystick.



Gambar 2.1 Gambar Potensio Meter Sebagai Sensor Kekuatan

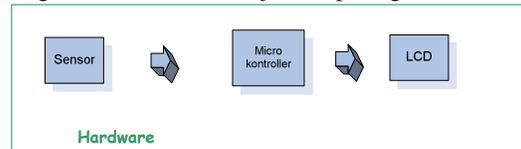
Sebuah potensiometer biasanya dibuat dari sebuah unsur resistif semi-lingkar dengan sambungan geser (penyapu). Unsur resistif, dengan terminal pada salah satu ataupun kedua ujungnya, berbentuk datar atau menyudut, dan biasanya dibuat dari grafit, walaupun begitu bahan lain mungkin juga digunakan sebagai gantinya. Penyapu disambungkan ke terminal lain. Pada potensiometer panel, terminal penyapu biasanya terletak ditengah-tengah kedua terminal unsur resistif. Untuk potensiometer putaran tunggal, penyapu biasanya bergerak kurang dari satu putaran penuh sepanjang kontak. Potensiometer "putaran ganda" juga ada, elemen resistifnya mungkin berupa pilinan dan penyapu mungkin bergerak 10, 20, atau lebih banyak putaran untuk menyelesaikan siklus. Walaupun begitu, potensiometer putaran ganda murah biasanya dibuat dari unsur resistif konvensional yang sama dengan resistor putaran tunggal, sedangkan penyapu digerakkan melalui gir cacing. Disamping grafit, bahan yang digunakan untuk membuat unsur resistif adalah kawat resistansi, plastik partikel karbon dan campuran keramik-logam yang disebut cermet. Pada potensiometer geser linier, sebuah kendali geser digunakan sebagai ganti kendali putar. Unsur resistifnya adalah sebuah jalur persegi, bukan jalur semi-lingkar seperti pada potensiometer putar. Potensiometer jenis ini sering digunakan pada peranti penyetel grafik, seperti equalizer grafik. Karena terdapat bukaan yang cukup besar untuk penyapu dan kenob, potensiometer ini memiliki reliabilitas yang lebih rendah jika digunakan pada lingkungan yang buruk. Untuk tugas akhir ini potensiometer diaplikasikan sebagai sensor pengukur kekuatan pukulan.

### BAB III

### PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

#### 3.1 Perancangan Perangkat Keras

Konfigurasi dari sistem pada proyek akhir ini secara umum yaitu terdiri dari sensor kekuatan, ATmega 16, LCD Diagram dari sistem ditunjukkan pada gambar 3.1.

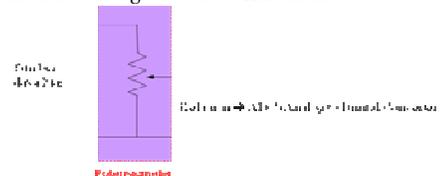


Gambar 3.1 Blok Diagram Utama

Dari Gambar 3.1 diatas dapat dijelaskan prinsip kerja system sebagai berikut:

1. Orang yang akan menggunakan akan memegang bagian depan alat, bagian depan alat tersebut sudah terintegrasi dengan sensor yang akan mengukur kekuatan gaya dorong orang tersebut. Sensor bekerja setelah orang tersebut memberikan gaya pada alat tersebut, output dari sensor ini berupa perubahan tegangan.
2. Data yang didapat dari sensor kekuatan yang berupa perubahan tegangan tersebut termasuk data analog, sedangkan data yang diperlukan mikro adalah data digital. Oleh karena itu data tersebut diproses dahulu di ADC, didalam ADC data yang awalnya tegangan (analog) diubah menjadi data digital.
3. Mikrokontroler akan mengolah data yang dihasilkan dari ADC kemudian diproses sehingga dihasilkan besaran kekuatan pukulan dan kecepatan pukulan.
4. Nilai dari kekuatan dan kecepatan pukulan akan ditampilkan melalui LCD.

#### 3.2 Potensiometer sebagai Sensor Kekuatan



Gambar 3.2 Rangkaian Sensor Kekuatan

Sensor merupakan suatu alat yang berfungsi merespon memasukkan atau input dalam bentuk sinyal elektrik analog atau sinyal elektrik digital. Dalam perancangan alat pengukur kekuatan pukulan ini digunakan sensor tekan yaitu sensor potensiometer.

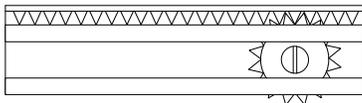
Potensiometer, dengan mengubah posisi potensiometer nilai resistansi akan berubah. Apabila dikenakan pembagi tegangan padanya maka akan mengubah nilai tegangan sesuai dengan perubahan posisi potensiometer.

Sensor kekuatan ini akan dipasang pada tiang utama alat, sensor tersebut diletakkan 20cm dari ujung atas tiang utama. Sensor akan bersandar pada sebuah besi siku. Pada kepala potensio akan terpasang sebuah gear yang nantinya akan terhubung dengan sebuah rel bergerak sepanjang 18cm. Sedangkan agar potensio dapat bekerja

dibutuhkan lagi penghubung antara rel dengan pengait yang akan juga dihubungkan ke *body*, pada bagian alat yang bergerak.

Disaat pegangan diberi gaya, maka rel yang terkait dengan alat tersebut juga ikut bergerak. Bergeraknya rel tersebut akan mengakibatkan berputarnya potensiometer. Sehingga nilai hambatan yang dihasilkan berubah, dan diperoleh tegangan yang berbeda pula.

Sensor potensiometer disini adalah sensor yang berfungsi untuk merespons masukan atau input dengan cara mengubah nilai tahanan pada sensor melalui tekanan menjadi suatu tegangan sesuai dengan gaya yang diberikan. Sinyal dari potensiometer kemudian dikirim ke ADC, Sinyal analog dari sensor kekuatan tersebut diubah / dikonversikan menjadi sinyal digital oleh ADC. Kemudian data yang telah diubah tersebut akan diolah oleh mikrokontroler menjadi data kekuatan pukulan dan kecepatan pukulan, dan hasilnya akan ditampilkan di LCD. Sehingga dapat diketahui secara langsung berapa besar kekuatan orang tersebut.



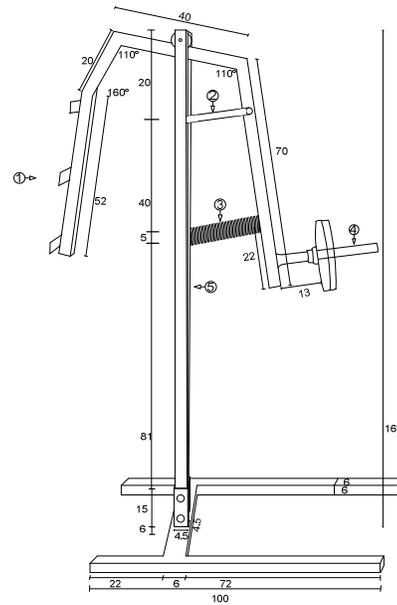
Gambar 3.3 Mekanik dari potensiometer yang terhubung dengan roda gigi dan terhubung dengan rel.

### 3.3 Perancangan Alat

Berikut ini adalah gambaran perancangan alat yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar 3.10. Adapun bagian – bagian dari alat tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pegangan
2. Sensor Kekuatan
3. Pegas
4. Pemberat
5. Rangka

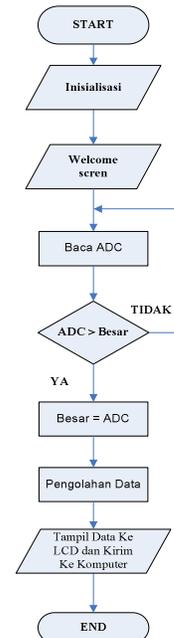
Rangka terbuat dari besi persegi. Dengan tinggi 167 cm. Lebar kaki – kaki 100 cm x 61 cm. Adapun gambar detail seperti yang gambar 3.4 untuk alat tampak bagian depan.



Gambar 3.4 Rancangan Alat tampak Samping

### 3.4 Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan perangkat lunak ini membahas tentang diagram alir dari program yang terdapat pada mikrokontroler. Diagram tersebut dapat dilihat pada gambar 3.12 berikut :



Gambar 3.5 Flowchart

Program dimulai dari rutin inisialisasi yang berisi instruksi untuk inisialisasi serial, ADC, LCD. Setelah

itu Pada LCD dikirim salam pembukaan, selanjutnya program mikrokontroller akan masuk ke rutin pemeriksaan penerimaan data dari adc. Program akan menunggu sampai ada data yang diterima adc sebagai inputan. Bila adc telah menerima data, dilakukan pemeriksaan apa nilai adc lebih besar dari nilai acuan. Bila tidak program akan kembali meminta nilai adc, bila iya program lanjut ke pengolahan data. Data yang ada dihitung dan diolah. Setelah diolah data tersebut ditampilkan ke LCD.

#### BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA

Dalam bab ini dibahas tentang pengujian berdasarkan perencanaan dari sistem yang dibuat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui cara kerja dari sistem dan untuk mengetahui apakah perangkat sudah sesuai dengan perencanaan atau belum.

##### 4.1 Pengujian Minimum Sistem ATmega16

Untuk mengetahui apakah modul mikrokontroler ATmega16 bekerja dengan baik, untuk itu dilakukan pengujian pada jalur port yang dimiliki oleh mikrokontroler ATmega16. Cara pengujiannya yaitu terlebih dahulu program di *compile* dengan *software* CodeVision AVR untuk mengetahui apakah program masih terdapat error atau tidak. Setelah di-*compile* tidak terdapat error baru kita bisa mendownload ke mikrokontroler ATmega 16. Untuk *running* program, caranya hubungkan langsung antara PC dan mikrokontroler melalui kabel paralel PC dan rangkaian downloader kemudian lakukan Down Load program, lalu amati hasilnya pada tampilan led. Programnya dapat diikuti seperti gambar 4.1, dimana modul yang dikontrol berupa 8 buah LED dihubungkan dengan port A dari mikrokontroler.

Peralatan yang digunakan untuk pengujian :

1. DC power supply +5V.
2. Modul mikrokontroler
3. Kabel paralel
4. Seperangkat PC
5. Software CodeVision AVR

Pada pengujian ini program pengujian dibuat untuk melakukan beberapa variasi penyalan led pada port A. Potongan program pengetesannya dapat dilihat pada gambar 4.1.

Dari program pada gambar 4.1 dapat diketahui bahwa pada port A yang terhubung dengan led, akan menyala dengan pola pertama semua led akan menyala semua kemudian secara bergantian akan menyala dengan variasi sebagai berikut :

1. port A.4 sampai dengan port A.7
2. port A.0 sampai dengan port A.3
3. port A.0 dan port A.1 serta port A.6 dan port A.7

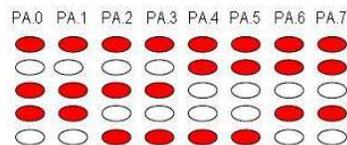
4. port A.2 sampai dengan port A.5

Setelah dilakukan pengujian pada minimum sistem maka hasil pengujian dari tampilan led pada port A dapat dilihat pada gambar 4.2.

```
#include<delay.h>
#include <stdio.h>
void main(void)
{
    PORTA=0xFF;
    DDRA=0xFF;

    while (1)
    {
        // Place your code here
        PORTA=0x00;
        delay_ms(1000);
        PORTA=0x0F;
        delay_ms(1000);
        PORTA=0xF0;
        delay_ms(1000);
        PORTA=0xC3;
        delay_ms(1000);
        PORTA=0x3C;
        delay_ms(1000);
    };
}
```

Gambar 4.1 Program Pengetesan Minimum sistem



Gambar 4.2 Nyala Led pada Port A

Setelah melakukan pengujian pada sistem mikrokontroller atmega16 dapat diketahui bahwa mikrokontroller atmega 16 berjalan sesuai yang diharapkan yang ditunjukkan oleh nyala led yang sesuai dengan program yang telah didownloadkan ke mikrokontroller Atmega 16 sehingga bisa dikatakan bahwa sistem kontrol mikrokontroller Atmega 16 telah bekerja secara optimal.

##### 4.2 Pengujian ADC

Pengujian Analog Digital Converter yang terintegrasi dengan Mikrokontroller Atmega 16 menggunakan potensiometer sebagai sistem perubahan tegangan yang masuk ke portA yang

berfungsi sebagai ADC dengan membandingkan tegangan input pada potensiometer dengan hasil konversi ADC. Berikut tabel 4.1 menunjukkan hasil

Tabel 4.1 Merupakan Hasil Pengujian dari ADC

Tegangan input (V)	Data ADC
0	0
0.5	108
1	207
1.5	308
2	412
2.5	510
3	611
3.5	710
4	816
4.5	923
5	1024

Setelah melakukan pengujian pada unit ADC dapat diketahui bahwa setiap kenaikan 0.5 v dari tegangan input, terjadi perubahan nilai dari data ADC kurang lebih sebesar 100.

#### 4.3 Pengujian LCD

Pengetesan ini bertujuan untuk mengetahui apakah LCD tersebut dapat mengirimkan pesan-pesan sesuai dengan proses yang diharapkan. Analisa Pengetesan LCD : Setelah program pengetesan LCD didownload ke modul, maka pada layar LCD akan menghasilkan tampilan :



Gambar 4.3 Tampilan LCD

Pengujian dilakukan untuk melihat sesuai atau tidaknya output yang diperoleh dengan yang diinginkan. Pengujian dicek dengan cara yaitu melihat melalui tampilan LCD sebagai out put dari mikrokontroler.

#### 4.4 Pengujian Sensor Kekuatan

Pengetesan ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana Sensor Kecepatan tersebut bekerja. Pengetesan dilakukan

dengan cara mengukur berapa besar tegangan yang di hasilkan oleh sensor tersebut setiap bergerak sejauh 1cm

Tabel 4.2 Hasil pengujian dari Sensor Kekuatan

No	Jarak (cm)	V <sub>out</sub> (volt)
	0	0
	1	0.6
	2	1.4
	3	2
	4	3
	5	3.8
	6	4.6
	7	5

Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat diketahui berapa besar perubahan tegangan yang dihasilkan sensor kekuatan untuk setiap 1cm pergerakan.

#### 4.5 Pengujian sistem secara keseluruhan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah semua sistem berjalan dengan baik, dan sesuai dengan apa yang telah kita program.

##### 4.5.1 Pengujian Pegas

Sebelum melakukan percobaan sistem secara keseluruhan perlu dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar ketetapan k dari pegas. Dengan menggunakan persamaan (2.2) dan (2.7) yaitu :

$$F = k \cdot \Delta x$$

$$F = m \cdot g$$

$$m \cdot g = k \cdot \Delta x \quad (4.1)$$

$$k = m \cdot g / \Delta x \quad (4.2)$$

Selain itu dengan persamaan (2.8):

$$W = m \cdot g$$

Sehingga didapatkan persamaan:

$$k = W / \Delta x \quad (4.3)$$

Dimana :

- $W$  = Berat (N)
- $k$  = ketetapan pegas (N/m)
- $g$  = Gravitasi ( $m/s^2$ )

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pegas

No	Berat (N)	Panjang (cm)	$\Delta x$ (cm)
4	25	25	3
5	26	26	4
6	27	27	5
8	32.5	32.5	10.5
9	33.5	33.5	11.5
10	35	35	13
Rt	7	29.83	7.83

Sebelum pegas diberi beban panjang awal dari pegas tersebut adalah 22 cm. Dan didapatkan Berat rata-rata sebesar 7 N dan rata-rata  $\Delta x$  sebesar 7.83 cm.

Sehingga diperoleh nilai ketetapan k yaitu:

$$k = W/\Delta x$$

$$k = 7 \cdot 10^2 / 7.83$$

$$k = 89.4 \text{ N/m}$$

#### 4.5.2 Pengujian Pegas pada Alat

Pada Sub bab ini akan dilakukan pengujian pegas pada alat, sehingga kita bisa mengetahui berapa nilai errornya.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Alat

No	$\Delta x$ (cm)	Pembacaan	Perhitungan	Error %
		F (N)	F (N)	
0	0	0	0	0
1	0.97	0.84	0.84	0.13
2	2.09	1.78	1.78	10.69
3	3.32	2.68	2.68	19.27
4	4.45	3.57	3.57	19.77
5	5.55	4.47	4.47	19.45
6	6.02	5.36	5.36	10.96
7	6.90	6.25	6.25	9.42
8	7.79	7.15	7.15	8.22
9	8.68	8.05	8.05	7.26
10	9.50	8.94	8.94	5.89
11	10.39	9.83	9.83	5.39
12	11.37	10.72	10.72	5.72
13	12.42	11.62	11.62	6.44
14	13.38	12.51	12.51	6.50

No	$\Delta x$ (cm)	Pembacaan	Perhitungan	Error %
		F (N)	F (N)	
15	14.26	14.26	13.41	5.96
16	15.25	15.25	14.30	6.23
17	16.27	16.27	15.20	6.58
18	17.39	17.39	16.09	7.48
19	17.58	17.58	16.99	3.36
20	17.87	17.87	17.88	0.06

Perhitungan Gaya dapat diperoleh dari persamaan (2.2) adalah sebagai berikut :

$$F = k \cdot \Delta x$$

Sehingga didapatkan :

$$F = 89.4 \cdot (2 \cdot 10^{-2})$$

$$F = 1.78 \text{ N}$$

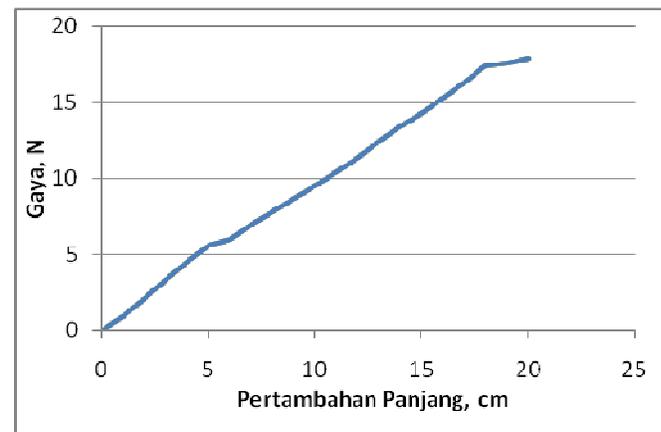
Sedangkan untuk mendapatkan perhitungan nilai rata-rata error adalah sebagai berikut:

$$\overline{\text{error}} = \frac{\sum \text{error}}{n} \quad (4.4)$$

$$\overline{\text{error}} = \frac{164.78 \%}{21}$$

$$\overline{\text{error}} = 7.85 \%$$

Dari pengujian system secara keseluruhan dapat diketahui bahwa data yang diperoleh besar nilai kesalahan rata-rata yaitu sebesar 7.85 % . Dari tabel 4.4 diatas didapatkan tampilan dalam bentuk grafik



Gambar 4.4 Grafik Pertambahan Panjang Terhadap Gaya

#### 4.5.3 Percobaan Menggunakan Mode

Berikut ini percobaan untuk mengetahui berapa gaya yang dihasilkan bila alat tersebut digunakan anak-anak, remaja dan orang dewasa dengan mencoba ketiga mode percobaan.

#### 4.5.3.1 Percobaan Menggunakan Mode Pertama

Sebelum melakukan percobaan kita perlu menghitung terlebih dahulu berapa gaya maksimal yang dibutuhkan dalam percobaan menggunakan mode pertama ini. Mode pertama yang dimaksud kali ini adalah percobaan dilakukan menggunakan pegangan pertama, pegangan pertama ini memiliki lengan kuasa paling panjang yaitu 88cm. adapun perhitungan didapatkan dari persamaan (2.11) seperti berikut ini :

Mode Pertama :

$$F = (B \cdot Lb) / Lk$$

$$F = (17.88 \cdot 70) / 88$$

$$F = 14.22 \text{ N}$$

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Alat mode Pertama Kondisi Sehat

No	Nama	Jenis Klm n (L/P)	Usia (Th)	Hasil (N)			Rata-rata
1.	Rai	L	12	8.32	8.10	9.64	8.69
2.	Lina	P	13	9.95	10.39	10.23	10.19
3.	Ojie	L	23	14.21	14.21	13.65	14.03
4.	Eka	P	23	10.04	11.62	13.27	11.64
5.	Andi	L	52	12.27	13.76	14.21	13.41
6.	Imama	P	55	10.28	10.75	10.55	10.52

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Alat mode Pertama Kondisi tidak sehat

No	Nama	Jenis Klmn (L/P)	Usia (Th)	Hasil (N)			Rata-rata
1.	Thahir	L	21	9.95	10.23	10.39	10.19
2.	Syiar	P	20	6.60	7.10	7.16	6.95
3.	Bagus	L	30	8.06	9.37	10.04	9.16
4.	Tarita	P	32	9.37	9.43	9.82	9.54

#### 4.5.3.2 Percobaan Menggunakan Mode Kedua

Sebelum melakukan percobaan kita perlu menghitung terlebih dahulu berapa gaya maksimal yang dibutuhkan dalam percobaan menggunakan mode kedua ini. mode kedua yang dimaksud kali ini adalah percobaan dilakukan menggunakan pegangan kedua, pegangan kedua ini memiliki lengan kuasa sepanjang 66cm. adapun perhitungan didapatkan dari persamaan (2.11) seperti berikut ini :

Mode Kedua:

$$F = (B \cdot Lb) / Lk$$

$$F = (17.88 \cdot 70) / 66$$

$$F = 18.96 \text{ N}$$

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Alat dengan mode Kedua Kondisi Sehat

No	Nama	Jenis Klm n (L/P)	Usia (Th)	Hasil (N)			Rata-rata
1.	Rai	L	12	5.36	5.41	4.61	5.12
2.	Lina	P	13	5.11	7.27	7.47	6.62
3.	Ojie	L	23	18.07	18.90	18.95	18.64
4.	Eka	P	23	6.37	8.58	7.27	7.41
5.	Andi	L	52	17.08	17.60	18.95	17.88
6.	Imama	P	55	6.60	6.37	8.80	7.26

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Alat mode Kedua Kondisi tidak Sehat

No	Nama	Jenis Klmn (L/P)	Usia (Th)	Hasil (N)			Rata-rata
1.	Thahir	L	21	2.81	3.18	1.70	2.56
2.	Syiar	P	20	0.21	2.12	2.66	1.66
3.	Bagus	L	30	7.72	6.37	7.79	7.29
4.	Tarita	P	32	6.60	7.76	6.37	6.91

#### 4.5.3.3 Percobaan Menggunakan Mode Ketiga

Sebelum melakukan percobaan ketiga kita perlu menghitung terlebih dahulu berapa gaya maksimal yang dibutuhkan dalam percobaan menggunakan mode Ketiga ini. Mode ketiga yang dimaksud kali ini adalah percobaan dilakukan menggunakan pegangan ketiga, pegangan ketiga ini memiliki lengan kuasa yang paling pendek yaitu 44.5cm. adapun perhitungan didapatkan dari persamaan (2.11) seperti berikut ini :

Mode Ketiga:

$$F = (B \cdot Lh) / Lk$$

$$F = (17.88 \cdot 70) / 44.5$$

$$F = 28.13 \text{ N}$$

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Alat mode Ketiga Kondisi Sehat

No	Nama	Jenis Klm n (L/P)	Usia (Th)	Hasil (N)			Rata-rata
1.	Rai	L	12	-	-	-	-
2.	Lina	P	13	-	-	-	-
3.	Ojie	L	23	13.3 2	14.8 7	14.1 6	14.1 2
4.	Eka	P	23	6.24	7.42	8.44	7.37
5.	Andi	L	52	17.5 6	20.7 5	23.8 5	20.7 2
6.	Imama	P	55	-	-	-	-

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Alat mode Ketiga Kondisi tidak Sehat

No	Nama	Jenis Klm n (L/P)	Usia (Th)	Hasil (N)			Rata-rata
1.	Thahir	L	21	8.63	6.04	7.78	7.48
2.	Syar	P	20	1.40	2.36	1.56	5.30
3.	Bagus	L	30	7.76	6.70	8.82	7.76
4.	Tarita	P	32	3.24	5.82	8.57	5.88

#### 4.5.4 Analisa

Pada percobaan system secara keseluruhan dilakukan beberapa percobaan untuk mengetahui berapa nilai – nilai setiap bagian. Percobaan pertama yaitu percobaan untuk mengetahui berapa nilai ketetapan pegas ( $k$ ). Percobaan yang kedua yaitu percobaan pengaplikasian pegas pada alat yang telah dibuat, sehingga kita dapat mengetahui bagai mana penerapannya. Sedangkan percobaan ketiga yaitu percobaan bagai mana alat yang telah dirangkai digunakan menggunakan tiga mode yang ada. Mode ini berdasarkan jarak lengan kuasa dengan titik tumpu.

Percobaan pertama didapatkan nilai ketetapan pegas ( $k$ ) sebesar 0.89 N/cm, atau dengan kata lain setiap pertambahan panjang pegas per 1cm gaya yang dibutuhkan sebesar 0.89 N. Sedang untuk Percobaan Kedua diperoleh hasil nilai error rata-rata percobaan sebesar 7.85 %. Ada berbagai macam pengaruh yang menyebabkan hasil pembacaan sensor memiliki nilai error sebesar 7.85% , antara lain potensiometer. Potensiometer yang digunakan sebagai sensor yaitu potensio yang logaritmik.

Pada percobaan ketiga, mode pertama jarak lengan kuasanya memiliki jarak paling panjang yaitu sepanjang 88 cm. Sehingga gaya maksimal pada mode pertama ini sebesar 14.22 N. Mode kedua jarak lengan kuasanya sepanjang 66 cm, sehingga gaya maksimal pada mode kedua ini sebesar 18.96 N. Dan Mode ketiga memiliki jarak lengan kuasa terpendek yaitu sepanjang 44.5 cm, sehingga gaya maksimal pada mode ketiga ini sebesar 28.13 N. Dapat diambil

kesimpulan bahwa hubungan antara gaya yang dibutuhkan dengan panjang kuasa berbanding terbalik yaitu semakin panjang jarak lengan kuasa semakin kecil gaya yang dibutuhkan. Begitu juga sebaliknya semakin pendek jarak lengan kuasa semakin besar gaya yang dibutuhkan. Selain itu dari hasil yang telah diperoleh dari setiap pilihan mode dan usia, alat ini lebih cocok digunakan untuk tingkat usia remaja. Hal ini dapat dilihat dari data hasil yang diperoleh dari tiap-tiap mode, baik mode pertama, kedua dan ketiga.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 KESIMPULAN

- Percobaan pertama didapatkan nilai ketetapan pegas ( $k$ ) sebesar 0.89 N/cm, atau dengan kata lain setiap pertambahan panjang pegas per 1cm gaya yang dibutuhkan sebesar 0.89 N.
- Percobaan Kedua diperoleh hasil nilai *error* rata-rata percobaan sebesar 7.85 %.
- Hubungan antara gaya yang dibutuhkan dengan panjang kuasa berbanding terbalik yaitu semakin panjang jarak lengan kuasa semakin kecil gaya yang dibutuhkan. Begitu juga sebaliknya semakin pendek jarak lengan kuasa semakin besar gaya yang dibutuhkan
- Selain itu dari hasil yang telah diperoleh dari setiap pilihan mode dan usia, alat ini lebih cocok digunakan untuk tingkat usia remaja. Hal ini dapat dilihat dari data hasil yang diperoleh dari tiap-tiap mode, baik mode pertama, kedua dan ketiga.

### DAFTAR PUSTAKA

- , 2009 “*Elastisitas dan Gerak Harmoni*”, Wikipedia. <http://fisikon.net/cls2/index.php>, diakses 25 januari 2010.
- Aditama, Indra Dwi. 2009. “ *Program Simulasi Berbasis Fuzzy Logic Untuk Evaluasi Olah Raga Tinju*”, Pensi-Its Proyek Akhir.
- , 2010 “*weight*”, Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/weight.htm>, diakses 5 pebruari 2010.
- Bukhari. 2010 “*pesawat sederhana*”, edukasi.net. <http://bukhari.or.id/home/stara/smpfisika/PESAWAT SEDERHANA/materi2.html>, diakses 5 pebruari 2010
- O. Harry. 2006 .“ *Modul Praktikum Embedded*”, Surabaya : PENS-ITS.
- , 2010 “*potensiometer*”, Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/potensiometer.htm>, diakses 5 pebruari 2010

- [7] Winoto, Ardi. 2008. “*Mikrokontroler AVR ATmega 8/16/32/8535 dan Pemrograman dengan Bahasa C pada WinAVR*”, Bandung: Informatika Bandung.
- [8] Wardhana, Lingga. 2006. “*Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*”, Yogyakarta : Penerbit Andi Yogyakarta.
- [9] ----- . 2009 “*Gaya (fisika)*”, Wikipedia.  
[Http://id.wikipedia.org/wiki/Gaya \(fisika\)](http://id.wikipedia.org/wiki/Gaya_(fisika)), diakses 5 pebruari 2010
- [10] Petruzella, Frank D. 1996 . “*Elektronik Industri*”, Yogyakarta: Andi offset.
- [11] Kanginan, Marthen. 2000. “*Fisika 2000 jilid 1A*”, Jakarta : Penerbit Erlangga.
- [12] Kanginan, Marthen. 2000. “*Fisika 2000 jilid 2A*”, Jakarta : Penerbit Erlangga