

PERANCANGAN ALAT TIMBANGAN HEWAN TERNAK MENGUNAKAN SENSOR *FIBER OPTIC* DAN *SOFTWARE* ARDUINO IDE

DESIGN EQUIPMENT FOR LIVESTOCK SCALES USING FIBER OPTIC SENSORS AND ARDUINO IDE SOFTWARE

**Rully Syafira Putri¹, Endang Iriawan², Bambang Widiyatmoko³, Elda
Rayhana⁴**

^{1,2,4}Institut Sains dan Teknologi Nasional Jakarta

³Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Email : ¹rullysyafirap@gmail.com, ²Irywan64@gmail.com, ³widiyatmokobambang@gmail.com,
⁴eldarayhana@yahoo.com

Abstrak

Jenis dan teknik pemberian pakan menjadi hal utama terkait dengan percepatan perkembangan hewan ternak namun hampir sebagian besar peternak tidak terlalu memperhatikan jenis dan kualitas pakan yang diberikan kepada hewan ternaknya. Maka dari itu, peneliti merancang alat timbangan hewan ternak dengan membuat sensor berbasis serat optik dan memanfaatkan sistem *software* Arduino IDE dengan tujuan agar peternak hewan bisa mengetahui informasi bobot hewan ternaknya. Perancangan alat timbangan tersebut telah dilakukan di Laboratorium Optoelektronika dan Instrumentasi, Pusat Penelitian Fisika Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Serpong. Sistem sensor serat optik dengan *output* intensitas cahaya yang diterima kemudian ditransmisikan oleh *photodetector* kemudian dilakukan proses *Analog to Digital Converter* (ADC) menggunakan *Software* Arduino. Hasil dari karakterisasi sensor dengan variasi diameter selang karet yang memiliki sensitivitas tinggi diperoleh sensor dengan diameter 3,1 cm dan 2,6 cm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor dengan diameter 3,1 cm mampu menahan tekanan sebesar 3,1 kg.F/cm² atau setara dengan beban 905,2 kg.

Kata Kunci: Sensor, Serat Optik, *Software* Arduino IDE, Hewan Ternak

Abstract

The type and technique of feeding is the main thing related to the acceleration of livestock development but almost most of the farmers do not pay much attention to the type and quality of feed given to their animals. Therefore, researchers designed the farm animal scales by creating an optical fibre-based sensor and utilizing the Arduino IDE software system for the purpose of making animal farmers aware of the weight information of their animals. The design of the scales has been done in the laboratory of Optoelectronics and Instrumentation, Physics Research Center of Indonesian Institute of Sciences (LIPI) Serpong. The optical fibre sensor system with the received light intensity output was then transmitted by the photodetectors and then Analog to Digital Converter (ADC) process using the Arduino Software. Result of sensor characterization with varying diameter rubber hose with high sensitivity obtained sensor with diameter of 3.1 cm and 2.6 cm. The test results showed that the sensor with a diameter of 3.1 cm was able to withstand pressure of 3.1 kg. F/cm² or a load equivalent of 905.2 kg.

Keywords: Sensors, Optical Fiber, *Software* Arduino IDE, Livestock

1. PENDAHULUAN

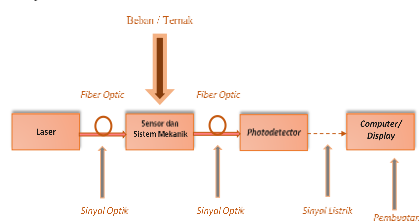
1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat mengakibatkan kebutuhan akan daging hewan ternak dan produk turunannya juga semakin meningkat. Peternakan mempunyai efisiensi pemasaran dan manajemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil pertanian.[1] Maka penting bagi peternak untuk mengetahui perkembangan pertumbuhan berat badan hewan ternaknya. Jenis dan teknik pemberian pakan menjadi hal utama terkait dengan percepatan perkembangan hewan ternak tersebut.[2] Penelitian ini merancang sebuah alat timbangan hewan ternak dengan sensor berbasis serat optik. Data *input* tekanan yang terdeteksi oleh sensor serat optik kemudian dikirim melalui *photodetector* sebagai pembaca tekanan menjadi tegangan, lalu diolah dan dianalisis oleh *Software* Arduino IDE dengan program sederhana yang dibuat agar mendapatkan *output* yang dapat ditampilkan sehingga peternak hewan bisa mengetahui informasi bobot hewan ternaknya.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini secara umum adalah mengetahui pengaruh tegangan terhadap sensor dengan penambahan dan pengurangan beban dan mengetahui penerapan sensor serat optik dengan *software* Arduino IDE yang digunakan untuk menimbang hewan ternak.

1.3 Tinjauan Pustaka



Gambar 1. Rancangan Sistem

Perancangan alat yang akan dibuat dalam penelitian ini adalah dengan membuat sebuah rancangan sistem dan sistem mekanik yang dijalankan seperti pada gambar 1.1, yaitu ketika beban/hewan ternak ditimbang di atas sensor serat optik. Cahaya yang menjalar didalam serat optik akan dideteksi oleh *photodetector* kemudian sinyal optik

yang diterima dikonversi menjadi sinyal listrik sehingga didapatkan tegangan keluarannya. Besar kecilnya keluaran tegangan tergantung dari beban yang diterima oleh sensor, dalam perancangan ini beban yang akan ditimbang antara 0 sampai dengan 1 ton. Tegangan keluaran tersebut diubah menjadi bentuk bilangan desimal oleh ADC (*Analog to Digital Converter*) internal pada mikrokontroler Arduino Uno. Data akan diproses oleh *software* Arduino IDE sesuai dengan program sederhana yang dibuat.

1.3.1 LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*)

Laser merupakan dioda semikonduktor yang memancarkan cahaya karena mekanisme emisi terstimulasi. Media penguat adalah suatu bahan yang mempunyai sifat dapat meningkatkan intensitas cahaya dengan cara emisi terstimulasi. Sedangkan *resonator optic*, secara sederhana terdiri dari susunan cermin yang dipasang berhadapan sehingga berkas cahaya dapat bergerak bolak-balik. Salah satu cermin bersifat agak transparan, sehingga dapat berfungsi sebagai jalur keluar berkas laser (*output coupler*). Berkas cahaya yang melewati media penguat akan mengalami penguatan daya. Jika daerah sekelilingnya merupakan cermin, maka cahaya akan bergerak bolak-balik dan melewati media penguat berkali-kali.[4]

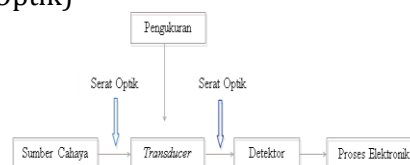
1.3.2 Serat Optik (*Fiber Optic*)

Serat optik adalah sebuah kaca murni yang panjang dan tipis serta berdiameter dalam ukuran mikro.

1.3.2.1 Serat Optik Jenis *Single Mode Step-Index*

Secara teori serat optik ini hanya dapat mentransmisikan sinyal dalam satu mode. Karena *single mode* hanya mentransmisikan sinyal pada mode utama, maka serat optik *single mode* dapat mencegah terjadinya dispersi kromatik.[3]

1.3.3 *Fiber Optic* Sensor (Sensor Serat Optik)

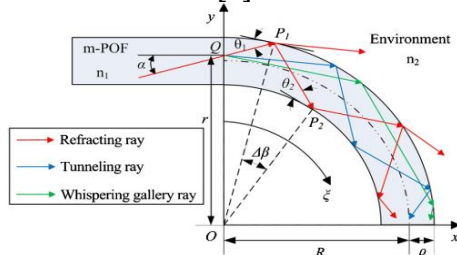


Gambar 2. Komponen Dasar dari Sistem Sensor Serat Optik

Prinsip kerja dari sensor serat optik ini yaitu saat serat optik mengalami tekukan (*bending*), maka akan terjadi perubahan intensitas cahaya pada serat optik, perubahan intensitas ini dimanfaatkan untuk menentukan besarnya daya *output* dan daya *input* yang diterima oleh detektor.[7]

1.3.3.1 Serat Optik Dengan Prinsip *Macrobanding*

Macrobanding adalah suatu fenomena keluarnya cahaya yang terpancu dalam serat optik akibat adanya lengkungan pada serat optik tersebut. Akibat hal tersebut, intensitas cahaya yang terdeteksi pada detektor akan mengalami penurunan. Pada penggunaan serat optik untuk sistem sensor, rugi-rugi akibat lengkungan ini justru dimanfaatkan untuk mengetahui besaran fisis tertentu.[3]



Gambar 3. *Macrobanding Loss* pada Serat Optik

Gambar 3 menunjukkan cahaya yang merambat pada serat optik yang dilengkungkan. Pendekatan geometris yang dapat diperoleh dari gambar tersebut adalah

$$r \cos \alpha = (R + \rho) \cos \theta_1 \\ = (R - \rho) \cos \theta_2$$

dimana R adalah jari-jari kelengkungan, ρ adalah jari-jari serat optik, $\theta_1 = \cos^{-1} \left(\frac{r \cos \alpha}{R + \rho} \right)$ dan $\theta_2 = \cos^{-1} \left(\frac{r \cos \alpha}{R - \rho} \right)$. [3]

1.3.4 Photodetector

Dalam mentransmisikan sinyal optik, harus ada perangkat yang menerima sinyal optik tersebut. Elemen utama penerimaan sinyal tersebut adalah *photodetector*. *Photodetector* yang memenuhi syarat untuk serat optik sebagai detektor cahaya ialah yang terbuat dari bahan semikonduktor karena berukuran sangat kecil, serta memiliki sensitifitas yang tinggi, waktu respons yang sangat cepat, serta stabil,

akurat dan tidak terpengaruh terhadap perubahan suhu.[5]

1.3.5 Arduino Uno ATmega328

1.3.5.1 Software Arduino IDE

Arduino menggunakan *software processing* yang digunakan untuk menulis program ke dalam Arduino. *Processing* sendiri merupakan penggabungan antara bahasa C dan Java.

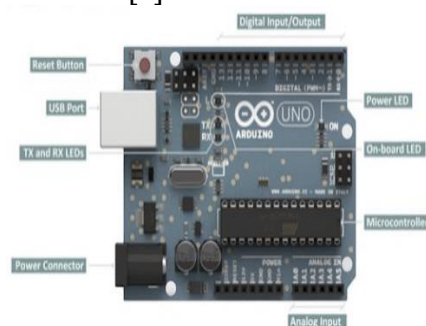


Gambar 4. Tampilan Halaman Utama Software Arduino IDE

Struktur perintah pada Arduino secara garis besar terdiri dari dua bagian yaitu *void setup* dan *void loop*. *Void setup* berisi perintah yang akan dieksekusi hanya satu kali sejak Arduino dihidupkan sedangkan *void loop* berisi perintah yang akan dieksekusi berulang ulang selama Arduino dinyalakan.

1.3.5.2 Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino tipe Uno adalah mikrokontroler berbasis ATmega328 yang menyempurnakan tipe sebelumnya, yaitu Duemilanove.[9]



Gambar 5. Board Arduino Uno

2. METODE

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli-Agustus 2020 di Laboratorium Optoelektronika dan Instrumentasi, Pusat Penelitian Fisika Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Kawasan PUSPIPTEK, Serpong, Tangerang Selatan.

2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

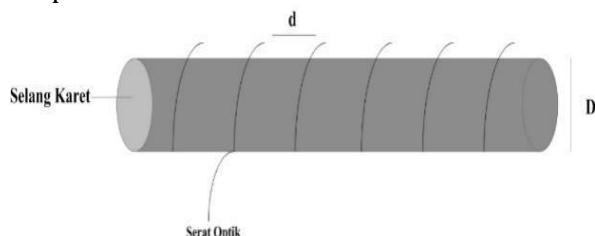
Tabel 1. Alat dan Bahan

Alat	Bahan
Laser Thorlabs MCLS	<i>Fiber Optic Single Mode</i>
Mesin Pressing Takeda	Selang Karet
<i>Photodetector</i> Thorlabs PDA50B-EC	<i>Silicone Rubber</i> RTV-52
PicoScope	Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328
Komputer HP LabView	LCD I2C
Multimeter Digital (MMD)	<i>Data Acquisition</i> (DAQ)

2.3 Prosedur Penelitian

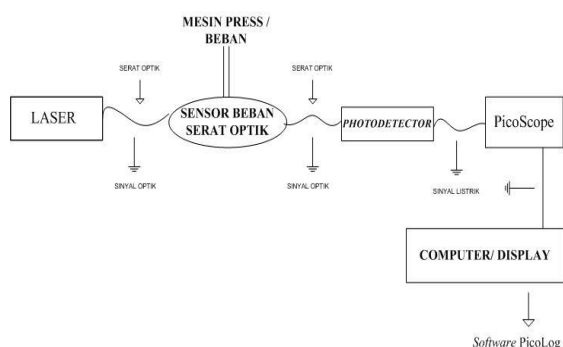
2.3.1 Pembuatan Sensor

Sensor ini dibuat menjadi 4 sensor dengan jarak antar lilitan (d) 1,5 cm dan diameter selang karet (D) yang divariasi yaitu 2,6 cm, 3 cm, 4,1 cm, dan 4,6 cm. Sensor ini akan diuji dengan memasukan silicon ke dalam selang karet dan dengan tanpa silicon.



Gambar 6. Sensor dengan Variasi d dan D

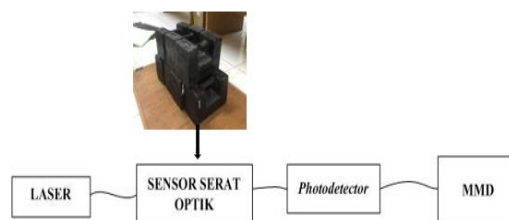
2.3.2 Pembuatan Sensor Dengan Variasi Diameter Selang Karet (D)



Gambar 7. Skema Karakterisasi Sensor Menggunakan Mesin Press

Proses karakterisasi dilakukan dengan mengamati serta mencatat tegangan V dan tekanan dengan satuan Kg.F/cm^2 , dimana satuan tersebut didapatkan dari persamaan $P = \frac{F}{A}$. Sensor diletakkan pada mesin *press* dan diberi tekanan mulai dari tanpa adanya beban sampai beban maksimal yang dapat dideteksi oleh sensor. Sumber cahaya yang berasal dari laser akan ditransmisikan ke sensor kemudian akan diterima oleh *photodetector* dan akan menghasilkan *output* berupa tegangan yang dibaca oleh *PicoScope*.

2.3.3 Karakterisasi Sensor Menggunakan Beban



Gambar 7. Skema Karakterisasi Sensor Menggunakan Beban

Sensor yang telah terpilih kestabilannya akan diuji kembali dengan cara menambahkan dan mengurangi beban berturut-turut setiap 0 kg sampai 140 kg. Beban yang digunakan yaitu 6 buah barbel seberat 20 kg. Tujuannya yaitu untuk mengetahui kemampuan sensor dalam menahan beban dengan menganalisis tegangan terhadap beban yang diberikan. Proses uji coba ini dilakukan dengan mengamati tegangan yang terbaca oleh Multimeter Digital (MMD).

2.3.4 Pembuatan Program Pada Software Arduino IDE

Program pada *software* yang telah dibuat bertujuan untuk membaca tegangan yang masuk ketika sensor diuji dengan beban.

```

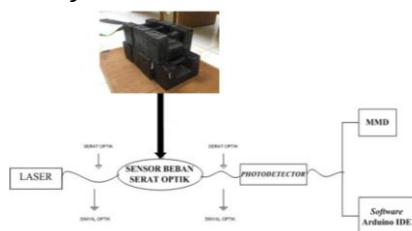
Arduino IDE (Arduino 1.8.13 (Windows Store 1.8.4.0))
File Edit Sketch Tools Help
Arduino IDE
// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 bits per second:
  Serial.begin(9600);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  // read the input on analog pin 0:
  int sensorValue = analogRead(A0);
  // print out the value you read:
  float volt = (float(sensorValue)/1023.0)* 5.0;
  if
  { Serial.println(volt);
    delay(1000); // delay in between reads for stability
  }
}

```

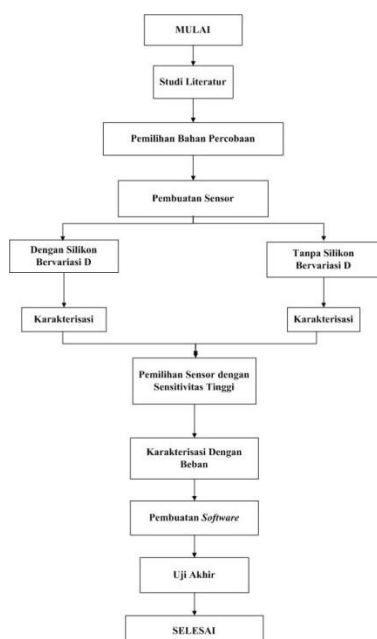
Gambar 8. Program Sederhana yang Diberikan

2.3.5 Pembacaan Tegangan Dengan Software Arduino



Gambar 9. Skema Pembacaan Tegangan Melalui Software dan MMD

Sensor yang digunakan hanya satu sensor yang mempunyai nilai sensitivitas paling tinggi dari hasil karakterisasi sensor sebelumnya, namun dengan mencatat keluaran tegangan yang dihasilkan dari software dan MMD dimana beban yang diberikan dari 0 kg hingga 140 kg. Tegangan yang dihasilkan ini berasal dari terjadinya *macrobending* pada sensor serat optik sehingga besar intensitas cahaya yang masuk ke dalam *photodetector* bervariasi.



Gambar 10. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan tegangan yang dihasilkan dari *photodetector* terhadap tekanan yang diberikan pada sensor *fiber optic* berbasis *single mode* sepanjang 5 m. Pengamatan ini menggunakan laser dengan panjang gelombang 1550 nm sebagai sumber cahaya yang digunakan dalam karakterisasi.

3.1 Pembuatan Sensor Dengan Variasi Diameter Selang Karet (D)

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor D = 2,6 cm dengan Silikon

D = 2,6 cm	
P (kg.F/cm ²)	V
0	2,732
1	2,609
1,5	2,466
2	2,394
2,5	2,275
3	2,155
3,5	2,024
3,9	1,904
4,5	1,733
5	1,558
5,5	1,292
5,9	1,017
6,4	0,865
6,9	0,738
8,5	0,559
8,8	0,479
9,6	0,348
10,26	0,249

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor D = 3,1 cm dengan Silikon

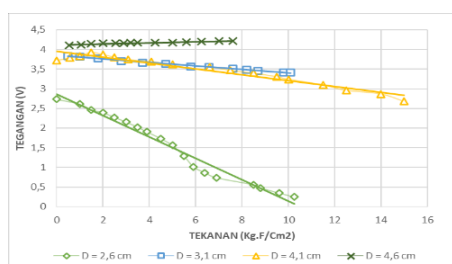
D = 3,1 cm	
P (kg.F/cm ²)	V
0,5	3,83
1	3,82
1,8	3,78
2,8	3,71
3,7	3,66
4,7	3,63
5,8	3,57
6,57	3,55
7,6	3,51
8,2	3,48
8,7	3,45
9,8	3,42
10,1	3,42

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor D = 4,1 cm dengan Silikon

D = 4,1 cm	
P (kg.F/cm ²)	V
0	3,717
0,58	3,781
1	3,828
1,5	3,922
2	3,865
2,5	3,803
3,1	3,741
4,1	3,687
5	3,622
6,6	3,554
7,5	3,465
8,5	3,395
9,5	3,306
10	3,241
11,5	3,098
12,5	2,961
14	2,869
15	2,677

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor D = 4,6 cm dengan Silikon

D = 4,6 cm	
P (kg.F/cm2)	V
0,55	4,1
1,05	4,12
1,5	4,14
2	4,16
2,55	4,16
2,9	4,16
3,2	4,17
3,5	4,17
4,25	4,18
5	4,18
5,6	4,19
6,25	4,2
7	4,21
7,6	4,21



Gambar 11. Hubungan antara tegangan terhadap tekanan pada sensor dengan silikon

Dari analisis data menggunakan *Microsoft Excel* seperti pada gambar 11 diperoleh persamaan garis lurus $y = ax + b$, dimana y bersesuaian dengan nilai tegangan keluaran *photodetector*, x bersesuaian dengan berat muatan atau tekanan yang diberikan, sehingga nilai sensitivitas ditentukan dari $a = \frac{\Delta V}{\Delta P}$. Kemudian linieritas sensor digambarkan dari nilai R^2 , dimana nilai linieritas sempurna bila harga $R^2 = 1$.

$$\text{Sensor D = 2,6 cm } y = -0,2727x + 2,8666 \\ R^2 = 0,9743$$

$$\text{Sensor D = 3,1 cm } y = -0,0443x + 3,8453 \\ R^2 = 0,9914$$

$$\text{Sensor D = 4,1 cm } y = -0,0744x + 3,9488 \\ R^2 = 0,9394$$

$$\text{Sensor D = 4,6 cm } y = 0,0135x + 4,1167 \\ R^2 = 0,8975$$

Dapat diketahui bahwa sensor dengan silikon yang mempunyai nilai sensitivitas dan linearitas tinggi adalah sensor dengan diameter 2,6 cm senilai 0,2727 kg.f/cm² dan diameter 3,1 cm senilai 0,9914. Hal ini dikarenakan diameter selang karet yang

dibuat lebih kecil sehingga dapat menahan tekanan maksimum yang diberikan oleh mesin *press*.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor D = 2,6 cm tanpa Silikon

D = 2,6 cm	
P (kg.F/cm2)	V
0	2,706
0,25	2,645
0,4	2,57
0,53	2,424
0,65	2,234
0,75	2,056
0,89	1,86
1,01	1,663
1,14	1,447
1,2	1,348
1,35	1,255
1,45	1,209
1,5	1,148

Tabel 7. Hasil Pengujian Sensor D = 3,1 cm tanpa Silikon

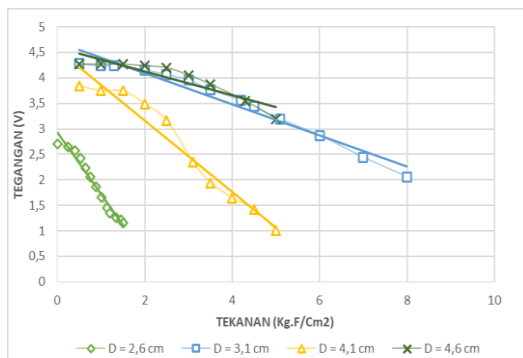
D = 3,1 cm	
P (kg.F/cm2)	V
0,5	4,281
1	4,242
1,3	4,242
2	4,159
2,5	4,069
3	3,96
3,5	3,773
4,2	3,561
4,5	3,439
5,1	3,189
6	2,874
7	2,443
8	2,058

Tabel 8. Hasil Pengujian Sensor D = 4,1 cm tanpa Silikon

D = 4,1 cm	
P (kg.F/cm2)	V
0,5	3,847
1	3,747
1,5	3,747
2	3,489
2,5	3,16
3,1	2,35
3,5	1,944
4	1,643
4,5	1,42
5	1,01

Tabel 9. Hasil Pengujian Sensor D = 4,6 cm tanpa Silikon

D = 4,6 cm	
P (kg.F/cm2)	V
0,5	4,268
1	4,268
1,5	4,268
2	4,236
2,5	4,198
3	4,051
3,5	3,872
4,3	3,545
5	3,193



Gambar 12. Hubungan antara tegangan terhadap tekanan pada sensor tanpa silikon

Dari analisis data menggunakan *Microsoft Excel* seperti pada gambar 12. diperoleh persamaan garis lurus $y = ax + b$, dimana y bersesuaian dengan nilai tegangan keluaran *photodetector*, x bersesuaian dengan berat muatan atau tekanan yang diberikan, sehingga nilai sensitivitas ditentukan dari $a = \frac{\Delta V}{\Delta P}$. Kemudian linieritas sensor digambarkan dari nilai R^2 , dimana nilai linieritas sempurna bila harga $R^2 = 1$.

- Sensor D = 2,6 cm $y = -1,2107x + 2,9252$
 $R^2 = 0,969$
- Sensor D = 3,1 cm $y = -0,3058x + 4,704$
 $R^2 = 0,9592$
- Sensor D = 4,1 cm $y = -0,6998x + 4,5672$
 $R^2 = 0,9551$
- Sensor D = 4,6 cm $y = -0,2341x + 4,5949$
 $R^2 = 0,8395$

Dari data di atas dapat diketahui bahwa sensor dengan silikon yang mempunyai nilai sensitivitas dan linearitas tinggi adalah sensor dengan diameter 2,6 cm bernilai 1,2107 kg.f/cm2 dan diameter 3,1 cm senilai 0,9592. Hal ini dikarenakan diameter selang karet yang dibuat lebih kecil.

Dimana tekanan dengan satuan kg.f/cm² didapatkan dari persamaan sebagai berikut:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = \frac{\text{massa} \times \text{percepatan gravitasi}}{\text{luas selang karet}}$$

$$P = \frac{m \times g}{2 \pi r l} \rightarrow P = \frac{m \times g}{D \pi l}$$

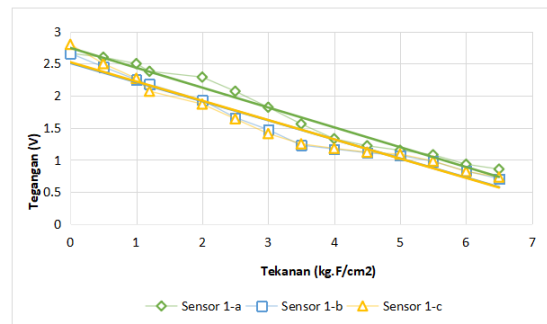
dengan l adalah panjang selang karet yang diukur dan setiap 1 cm luasan diberi massa x kg.

3.2 Pembuatan Sensor dan Karakterisasi

a. Sensor dengan D = 3,1 cm

Tabel 10. Hasil Uji Sensor 1 Berdiameter 3,1 cm

Tekanan (kg.f/cm ²)	Sensor 1-a	Sensor 1-b	Sensor 1-c
0	2,66	2,66	2,8
0,5	2,6	2,45	2,5
1	2,5	2,25	2,27
1,2	2,38	2,18	2,07
2	2,29	1,93	1,87
2,5	2,07	1,66	1,64
3	1,82	1,47	1,41
3,5	1,56	1,23	1,25
4	1,33	1,17	1,18
4,5	1,22	1,11	1,12
5	1,15	1,07	1,09
5,5	1,08	0,977	0,982
6	0,932	0,826	0,82
6,5	0,856	0,708	0,732



Gambar 13. Grafik Hasil Uji Sensor 1 Berdiameter 3,1 cm

Variasi simpangan sensitivitas dari sensor adalah

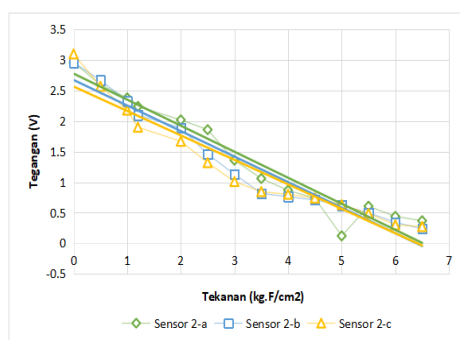
$$\bar{a} = 0,2986, \text{ dan } \overline{R^2} = 0,9629$$

Melihat harga R^2 , menunjukkan respon dari sensor sangat linier yaitu sama dengan atau mendekati 1.

b. Sensor dengan D = 2,6 cm

Tabel 11. Hasil Uji Sensor 2 Berdiameter 2,6 cm

Tekanan (kg.f/cm ²)	Sensor 1-a	Sensor 1-b	Sensor 1-c
0	2,96	2,96	3,1
0,5	2,6	2,67	2,57
1	2,38	2,33	2,18
1,2	2,24	2,1	1,9
2	2,02	1,89	1,67
2,5	1,86	1,46	1,32
3	1,36	1,13	1,01
3,5	1,06	0,818	0,845
4	0,867	0,761	0,802
4,5	0,738	0,71	0,74
5	0,12	0,622	0,633
5,5	0,606	0,499	0,486
6	0,44	0,341	0,301
6,5	0,368	0,238	0,273



Gambar 14. Grafik Hasil Uji Sensor 2 Berdiameter 2,6 cm

Variasi simpangan sensitivitas dari sensor adalah

$$\bar{a} = 0,4036, \text{ dan } \bar{R}^2 = 0,9343$$

Melihat harga R^2 , menunjukkan respon dari sensor sangat linier yaitu sama dengan atau mendekati 1.

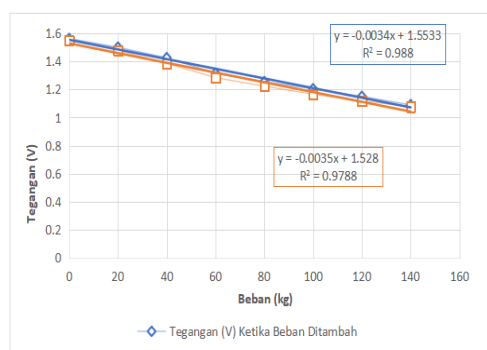
3.3 Karakterisasi Sensor dengan Beban

Karakterisasi ini telah diuji dengan menambahkan dan mengurangi beban setiap 20 kg menggunakan 6 buah barbel. Terdapat dua data yang dihasilkan dari proses karakterisasi ini dikarenakan diameter sensor yang berbeda.

a. Sensor 1 dengan $D = 3,1$ cm dan $l = 31$ cm

Tabel 12. Hasil Uji Sensor 1 dengan Beban

Beban (Kg)	Tegangan (V) Ketika Beban Ditambah	Tegangan (V) Ketika Beban Dikurangi
0	1,562	1,55
20	1,5	1,478
40	1,425	1,385
60	1,315	1,284
80	1,255	1,223
100	1,204	1,166
120	1,15	1,118
140	1,09	1,077



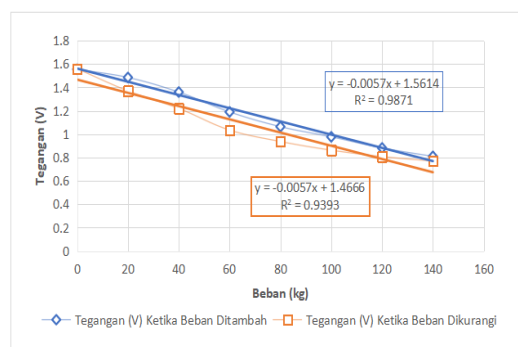
Gambar 15. Pengaruh Beban terhadap Tegangan pada Sensor 1

Respon sensor dengan diameter 3,1 cm terhadap beban 0 sampai 140 kg sangat linier ditandai dengan nilai $\bar{R}^2 = 0,9834$.

b. Sensor 2 dengan $D = 2,6$ cm dan $l = 54$ cm

Tabel 13. Hasil Uji Sensor 2 dengan Beban

Beban (Kg)	Tegangan (V) Ketika Beban Ditambah	Tegangan (V) Ketika Beban Dikurangi
0	1,555	1,56
20	1,485	1,37
40	1,36	1,22
60	1,19	1,035
80	1,064	0,937
100	0,977	0,863
120	0,882	0,808
140	0,81	0,77



Gambar 16. Pengaruh Beban

terhadap Tegangan pada Sensor 2

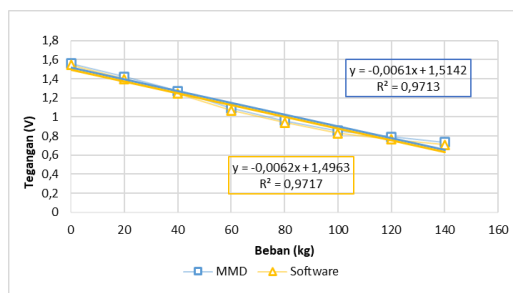
Respon sensor dengan diameter 2,6 cm terhadap beban 0 sampai 140 kg sangat linier ditandai dengan nilai $\bar{R}^2 = 0,9632$.

3.4 Pembacaan Tegangan Menggunakan Software Arduino IDE

Pengujian ini dilakukan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan ADC (*Analog to Digital Converter*) 10 Bit yang mampu membaca tegangan minimal 4 mV atau setara dengan 0,0004 V serta menggunakan MMD sebagai pembanding.

Tabel 14. Hasil Uji Sensor Diameter 3,1 cm dengan MMD dan Software

Beban (kg)	MMD	Software
0	1,56	1,545
20	1,42	1,4
40	1,27	1,245
60	1,09	1,07
80	0,96	0,94
100	0,855	0,83
120	0,79	0,765
140	0,735	0,71



Gambar 17. Grafik Hasil Uji Sensor Berdiameter 3,1 cm dengan MMD dan *Software*

Dapat disimpulkan bahwa hasil pembacaan menggunakan *software* yang dibuat sama dengan hasil pembacaan dengan Multimeter Digital (MMD). Hal ini menunjukkan bahwa pembacaan *software* yang dibuat dapat berfungsi dengan baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian perancangan alat timbangan hewan ternak menggunakan sensor *fiber optic* dan *software* Arduino IDE, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ukuran diameter selang karet sangat berpengaruh terhadap sensitivitas dan linearitas sensor. Sensor dengan variasi diameter selang karet yang memiliki sensitivitas tinggi adalah sensor berdiameter 2,6 cm dan 3,1 cm.
2. Sensor berdiameter 3,1 cm berbahan dasar silikon mampu menahan tekanan sebesar 3,1 kg.F/cm² setara dengan 905,2 kg.
3. Perubahan tegangan terhadap beban yang diberikan adalah linearitas yang dihasilkan dari nilai koefisien determinan (R²) pada sensor.
4. Perancangan alat telah diuji dengan pembebanan langsung mencapai 140 kg dan bila dihitung dari kemampuan pembacaan ADC yang digunakan, maka ketelitian alat akan mencapai 248×10^{-5} kg.

5. SARAN

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya mengenai perancangan alat timbangan hewan ternak menggunakan sensor *fiber optic* dan *software* Arduino IDE adalah:

Pengamatan berat beban menggunakan *software* Arduino IDE dapat menambahkan perangkat lain agar perancangan alat ini bisa *termonitoring* dengan baik bagi para peternak yang membutuhkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang telah memberi kesempatan dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- [1]M. Srafaga, Hasnudi, and E. H. Kardhinata, "Analisis pemasaran ternak sapi di Kabupaten Aceh Tenggara," *Agrica*, vol. 5, no. 1, pp. 1–16, 2012, [Online]. Available: <http://ojs.uma.ac.id/index.php/agrica>.
- [2]A. Rustam, "Desain Konseptual Pengembangan Pelabuhan Khusus Ternak: Studi Kasus Pelabuhan Kalbut Situbondo Desain Konseptual Pengembangan Pelabuhan Khusus Ternak: Studi Kasus," 2016.
- [3]D. I. Ismaya, "Analisa Ekstensometer Serat Optik Sebagai Sensor Pergeseran Berbasis Macrobending Dengan Variasi Ukuran Diameter Pelengkungan," *ISTN Jakarta*, 2019.
- [4]V. C. Dwinanda, "PRINSIP KERJA LASER." <http://futurummechanicis.blogspot.com/2014/02/prinsip-kerja-laser.html>.
- [5]A. W. Utami, "Studi Awal Pemanfaatan Efek Macrobending Loss Fiber Optic Sebagai Sensor Beban," *Univ. Jenderal Soedirman*, p. 9, 2019.
- [6]D. Delimasari, "Analisis Pengaruh Kekerasan Karet Terhadap Sensor Weight In Motion (WIM) Berbasis Serat Optik," *Bul. Fis.*, vol. 16, pp. 24–32, 2015.
- [7]A. Halim, "Perancangan Sensor Berat Bending Serat Optik dan Laser Pointer," 2016.
- [8]W. Hidayat, P. Pascasarjana, and U. S. Maret, "Terbengkokkan Untuk Aplikasi Penimbangan Beban Kendaraan Berjalan (Weigh in Motion)," 2015.
- [9]www.inkubator-teknologi.com, "Master Mikro Arduino V.2" *Gampang Belajar Sendiri Arduino UNO*. 2015.