



# **PROSIDING** Vol. 5 Nomor 1 2014

---

## **SEMINAR NASIONAL FISIKA DAN PENDIDIKAN FISIKA**

### **KKNI sebagai Landasan Peningkatan Kualitas Pendidikan Sains**

---

Surakarta, 13 September 2014  
Gedung F, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Sebelas Maret

Program Studi Pendidikan Fisika  
FKIP Universitas Sebelas Maret  
Surakarta  
Website : <http://snfpf.fkip.uns.ac.id>  
Email : [snfpf@fkip.uns.ac.id](mailto:snfpf@fkip.uns.ac.id)



# **PROSIDING** Vol. 5 Nomor 1 2014

---

## **SEMINAR NASIONAL FISIKA DAN PENDIDIKAN FISIKA**

### **KKNI sebagai Landasan Peningkatan Kualitas Pendidikan Sains**

---

Surakarta, 13 September 2014  
Gedung F, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Sebelas Maret

Program Studi Pendidikan Fisika  
FKIP Universitas Sebelas Maret  
Surakarta  
Website : <http://snfpf.fkip.uns.ac.id>  
Email : [snfpf@fkip.uns.ac.id](mailto:snfpf@fkip.uns.ac.id)

Volume 5 Nomor 1 2014 ISSN : 2302-7827

# **PROSIDING**

## **SEMINAR NASIONAL FISIKA DAN PENDIDIKAN FISIKA (SNFPF) Ke-5 2014**

**“KKNI sebagai Landasan Peningkatan Kualitas  
Pendidikan Sains”**

**Surakarta, 13 September 2014**

**Penyelenggara:  
Program Studi Pendidikan Fisika  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Sebelas Maret Surakarta  
Jl. Ir Sutami 36 A Surakarta**

✓ <b>Respati Syam Utami.</b> - Pengembangan Media Permainan Kotak dan Kartu Misterius (KOKAMI) Pada Materi Tekanan Untuk SMP Kelas VIII .....	199
<b>Moh. Toifur, Toni Kus Indratno.</b> - Optimasi Diameter dan Panjang Kawat Solenoida Sebagai Sensor Suhu Semen Sapi berbasis RTD-C .....	206
<b>Ahmad Fauzi,</b> - Mempersiapkan Calon Guru Terampil Mengajar Dengan <i>Micro Teaching</i> .....	212
<b>Budi Hastuti, Atik Catur dan Dewanto Harjuno.</b> - Pelatihan Entrepreneurship Dan Teknologi Terapan Pembuatan Aneka Sabun Kepada Eks Psk Di Balai Resos “Wanita Utama” Surakarta-I, Jawa Tengah.....	217
<b>Joko Ariyanto, Dewanto Harjunowibowo, M. Cahyadi.</b> - Pengolahan Limbah Bioetanol Sebagai Upaya Pelestarian Alam.....	222
<b>Dewanto Harjunowibowo, Joko Ariyanto, Anton Subarno.</b> - Pembuatan Bank Sampah Sebagai Pusat Pengelolaan Sampah Di Desa Dibal Ngemplak Boyolali	228
<b>Anif Jamaluddin, Dewanto Harjunowibowo, Joko Ariyanto</b> - Peningkatan Produksi Probiotik dari Limbah Bioetanol guna Mengatasi Pencemaran Lingkungan .....	235
<b>Muthmainah, Ichtiar Rizki Erianti</b> - Pemanfaatan Tracker Sebagai Media Pembelajaran Visual Dalam Materi Gerak Harmonik Sederhana.....	241
<b>Lovy Herayanti, Habibi</b> - Model Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Peningkatkan Penguasaan Konsep Calon Guru Fisika .....	245
<b>Desi Mulya Sari, Y. Radiyono-</b> Pembuatan Media Pembelajaran Dan Evaluasi Fisika Berbasis E-Learning Menggunakan Adobe Flash Professional CS6 dan Hot Potatos 6 Pada Materi Fluida Statis .....	249
<b>Sumardiyono</b> - Hubungan Masa Kerja Dengan Persentase Cacat Pendengaran Pada Pekerja Yang Terpapar Bising .....	254
<b>Agung Nugroho Catur Saputro, Fifi Galia, Bakti Mulyani, Nanik Dwi Nurhayati-</b> Karakterisasi Lapis Tipis Multilayer Nano-Sized Kitosan/TiO <sub>2</sub> Pada Permukaan Kain Katun .....	261
<b>Agung Nugroho Catur Saputro, Kartika Putri Anggraini, Bakti Mulyani, Nanik Dwi Nurhayati-</b> Sintesis Nanokristal Tio <sub>2</sub> Berbahan Dasar Ti(OC <sub>3</sub> H <sub>7</sub> ) <sub>4</sub> Dengan Metode Sol-Gel.....	266
<b>Dewanto Harjunowibowo, Heri Hartanto</b> - Peningkatan Produktivitas Bank Sampah Guyub Rukun melalui MoU dan TTG Perajang Kertas.....	271
<b>Jamzuri</b> - Mendesain Konverter Tiga Fasa Berbasis Konverter Satu Fasa .....	276
<b>Jamzuri, Nonoh Siti Aminah.-</b> Studi Eksplorasi Penerapan Model Perkuliahan Ilmu Kealaman Dasar (IKD) “ <i>Problem Video Evaluation Teaching Process</i> ” (PVETP) Untuk Membangun Karakter Mahasiswa di UMS.....	286

## Optimasi Diameter dan Panjang Kawat Solenoida Sebagai Sensor Suhu Semen Sapi berbasis RTD-C

Moh. Toifur<sup>1</sup>, Toni Kus Indratno<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Fisika Melins FMIPA Universitas Ahmad Dahlan

<sup>2</sup> Magister Pendidikan Fisika Program Pascasarjana Universitas Ahmad Dahlan

Jalan Pramuka 42, Sidikan Yogyakarta 55161

E-mail : mtoifur@yahoo.com<sup>1</sup>, tonikus@staff.uad.ac.id<sup>2</sup>

### Abstrak

Optimasi diameter dan panjang kawat solenoida sebagai sensor suhu rendah berbasis *Resistance Temperature Detector Coils* (RTD-C) telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan diameter dan panjang kawat solenoida yang paling optimal dalam merespon perubahan suhu lingkungan. Dalam penelitian ini digunakan 15 sampel yang terdiri dari tiga jenis diameter kawat yang berbeda, 0,1; 0,2; dan 0,3 mm. Masing-masing diameter dibuat lima jenis sampel dengan panjang kawat divariasi dari 175 cm sampai dengan 875 cm. Dari hasil analisis data didapatkan bahwa hubungan kenaikan suhu dengan tegangan pada rangkaian berbentuk polinomial orde dua (kuadratik). Hasil pencocokan data memperlihatkan bahwa semua sampel sensor dapat merespon perubahan suhu lingkungan dengan baik. Sampel yang paling baik digunakan adalah sampel dengan kawat berdiameter 0,2 mm dan panjang 700 cm.

**Kata kunci :** RTD, Koils, suhu rendah.

### I. Pendahuluan

Surat kabar online (*detik finance*) pada tanggal 23 Juli 2013 melansir berita bahwa konsumsi daging sapi di Indonesia mencapai 600.000 ton/tahun atau setara dengan 4 juta ekor. Dari jumlah itu, sebanyak 85% kebutuhan daging dipasok dari sapi lokal, sedangkan 15% lainnya adalah impor. Sedangkan harian *Gatra* (19/09/2013) mengabarkan bahwa pada tahun 2030 konsumsi daging sapi mencapai 12,3 juta ton/tahun.

Mengingat semakin tingginya kebutuhan konsumsi daging sapi, maka sangat dimungkinkan pemerintah akan meningkatkan jumlah impor daging untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Kebijakan pemerintah yang seperti ini perlu dikaji secara cermat, agar dampak kebijakan tersebut tidak merugikan usaha peternakan domestik.

Teknologi inseminasi buatan (IB) merupakan salah satu program teknologi untuk memperbaiki kualitas peranakan sapi yang ada melalui program persilangan dengan bibit (semen) sapi impor. Keberhasilan teknologi IB banyak

dipengaruhi oleh beberapa faktor yang meliputi kualitas semen beku, inseminator (petugas IB di lapangan), serta kelembagaan pendukung.

Mutu semen beku sapi yang memenuhi standar harus didukung oleh penanganan yang baik dan benar agar mutu semen beku sapi dapat dipertahankan hingga siap untuk diinseminasikan.

Kontainer penyimpanan semen sapi sangat memungkinkan tidak tertutup rapat, sehingga nitrogen cair akan menguap. Proses penguapan nitrogen akan meningkatkan suhu dalam kontainer tersebut, yang berakibat semua benih yang tersimpan di dalamnya akan mati (Kementan, 2012). Hal inilah yang menyebabkan kualitas peternakan kita belum bisa maksimal.

Alternatif untuk melakukan perbaikan kinerja kontainer semen sapi cukup banyak. Salah satunya adalah dengan menambahkan suatu perangkat yang bisa mendeteksi perubahan suhu di dalam kontainer. Sehingga ketika terjadi perubahan suhu kontainer bisa langsung terdeteksi.

Diantara perangkat sensor suhu yang baik dan mudah digunakan salah satunya adalah menggunakan konsep *Restistance Temperature Detector* (RTD). Konsep ini

menggunakan prinsip perubahan nilai tahanan pada sebuah rangkaian listrik.

RTD di pasaran biasanya merupakan rangkaian pabrik dari suatu perusahaan. Sehingga tidak bisa diaplikasikan sebagai sebuah sensor untuk mengukur suhu pada kontainer semen sapi.

Ada bermacam bentuk dari sensor RTD, antara lain berbentuk lilitan (solenoida) dan lapisan tipis (thin layer) (Fraden, 1993). Pada penelitian ini akan dibuat sensor suhu berbasis (berbasis) RTD menggunakan solenoida dengan bahan dasar tembaga (Cu).

Oleh karena itu pada penelitian ini akan ditentukan kawat dengan diameter berapakah yang paling sensitif dalam merespon perubahan suhu lingkungan. Rancangan sensor suhu berbasis RTD yang akan dikembangkan mengaplikasikan konsep rangkaian jembatan *wheatstone*.

## II. Pembahasan

### 2.1 Teori yang Digunakan

Berdasarkan berbagai pustaka yang ada konsep RTD mengaplikasikan rangkaian jembatan *wheatstone*. Hal ini dikarenakan arus yang mengalir melalui sensor sangat kecil, dan sulit untuk diamati perubahan (akan terlihat jelas dengan persamaan pada pembahasan selanjutnya). Selain itu, adanya koefisien suhu dari bahan tembaga dapat memberikan kontribusi pada kesalahan terukur. Untuk menghindari masalah ini maka penggunaan metode rangkaian jembatan *wheatstone* dinilai paling tepat (Indratno, 2013).

#### 2.1.a. Tahanan dan Suhu

Pada buku karya Serway (2009) juga dibahas mengenai hubungan antara tahanan dan suhu. Di dalamnya dijelaskan bahwa resistivitas suatu konduktor berubah-ubah hampir linier terhadap suhu berdasarkan persamaan

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

di mana  $\rho$  adalah resistivitas pada suhu  $T$  (dalam derajat Celcius),  $\rho_0$  adalah resistivitas pada suatu suhu acuan  $T_0$  (biasanya digunakan  $20^\circ\text{C}$ ), dan  $\alpha$  adalah

koefisien suhu resistivitas. Dari persamaan (7) dapat diperoleh koefisien suhu dari resistivitas yaitu

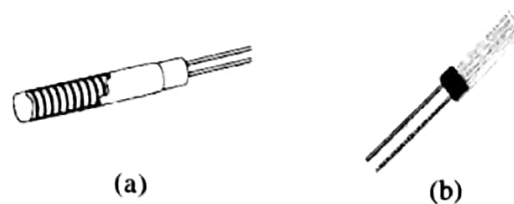
$$\alpha = \frac{1}{\rho_0} \frac{\Delta\rho}{\Delta T} \quad (8)$$

Untuk logam-logam seperti tembaga, resistivitasnya hampir sebanding dengan suhu. Akan tetapi, **suatu daerah yang nonlinier selalu muncul pada suhu yang sangat rendah** dan resistivitasnya biasanya mencapai suatu nilai tertentu ketika suhu mendekati nol mutlak (Serway dan Jewett, 2010).

#### 2.1.b. Resistance Temperature Detector (RTD)

RTD merupakan termometer resistansi, salah satu jenis alat ukur suhu. Dasar kerja termometer resistansi berdasarkan prinsip nilai resistansi sebuah logam yang berubah seiring dengan perubahan suhu (Marwah, 2013). Sensor RTD terdiri dari elemen tahanan yang umumnya merupakan sebuah bahan seperti kaca, keramik atau mika yang dibelitkan kawat logam untuk mengisolasi bahan tersebut secara elektrik. Susunan belitan kawat berbeda-beda. Sensor RTD ada juga yang terdiri dari lapisan tipis berbentuk film (Fraden, 1993).

Gambar 1 menunjukkan sensor RTD yang terdiri dari lilitan kawat dan lapisan tipis logam.



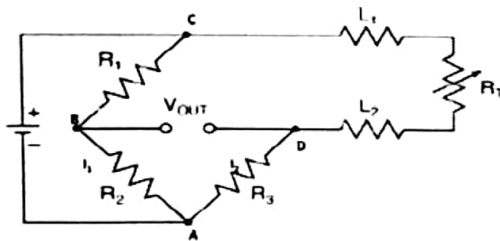
Gambar 1. Konstruksi sederhana sensor RTD: (a) RTD jenis lapisan tipis (b) RTD jenis lilitan kawat

Kelebihan sensor RTD dibandingkan dengan sensor lainnya, antara lain adalah :

- a. Linearitas sensor yang lebih baik
- b. Pengonfigurasiannya yang lebih mudah hanya dengan

- memperlakukannya sebagai hambatan bervariasi
- c. Mudah dikalibrasi ulang
  - d. Lebih tahan lama
  - e. Sensor yang dijual pada umumnya kemasannya dapat dibentuk ulang sesuai dengan kebutuhan pemakaian

Bentuk konfigurasi dari RTD ada tiga macam, antara lain *Two-Wire Connections*, *Three-Wire Connections*, *Four-Wire Connections*. Bentuk konfigurasi yang paling mendekati aplikasi konsep rangkaian jembatan *wheatstone* merupakan *Two-Wire Connections*, seperti yang ditampilkan pada gambar 2. Jenis konfigurasi ini memiliki dua kawat penghubung untuk dapat mengukur besar resistansinya atau menghubungkannya ke bagian rangkaian yang lainnya.



Gambar 2. RTD dengan konfigurasi *Two-Wire Connections*

Dari gambar 2, bisa ditentukan persamaan untuk menghitung tegangan keluar ( $V_{out}$ ) dari rangkaian RTD, yaitu

$$V_{BD} = V_{AB} - V_{AD} = I_1 R_2 + I_2 R_3$$

Besar dari  $I_1$  dan  $I_2$  adalah

$$I_1 = \frac{V_0}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = \frac{V_0}{R_3 + R_{L2} + R_T + R_{L1}}$$

Sehingga tahanan antara titik B dan D adalah

$$V_{BD} = \left( \frac{V_0}{R_1 + R_2} \right) R_2 - \left( \frac{V_0}{R_3 + R_{L2} + R_T + R_{L1}} \right) R_3 \quad (4)$$

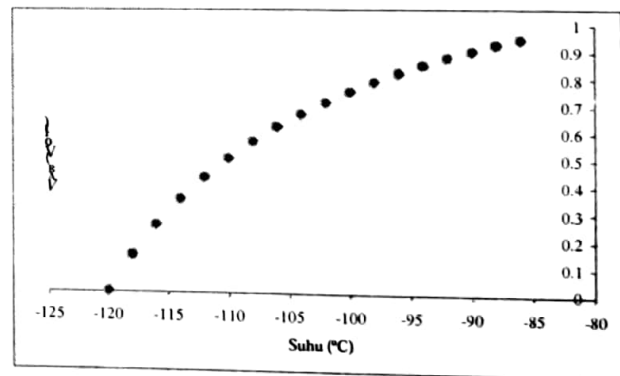
atau bisa ditulis

$$V_{BD} = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_0 - \left( \frac{R_3}{R_3 + R_{L2} + R_T + R_{L1}} \right) V_0 \quad (5)$$

Suku pertama ruas kanan pada persamaan (5) bernilai konstan, yang berbeda hanya suku kedua, yaitu yang mengandung  $R_T$ . Jika  $R_{L1}$  dan  $R_{L2}$  bernilai nol, maka

$$V_{BD} = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_0 - \left( \frac{R_3}{R_3 + R_T} \right) V_0 \quad (6)$$

Persamaan (6) apabila disimulasikan ke dalam bentuk grafik, akan menghasilkan pola grafik polinomial orde dua, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Grafik simulasi persamaan (6)

- (1) Tahanan  $R_1$ ,  $R_2$ , dan  $R_3$  dibuat tetap, begitu pula dengan tegangan sumber  $V_0$  dibuat tetap. Maka untuk suhu yang berubah akan menyebabkan  $R_T$  yang
- (2) bervariasi dan nilai  $V_{BD}$  pun akan bervariasi pula
- (3)

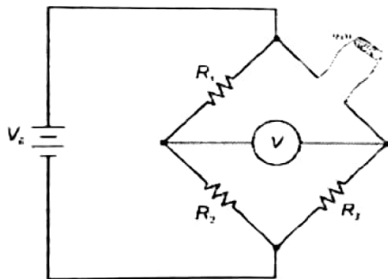
### 2.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini diamati bagaimana perubahan suhu lingkungan dapat direspon dengan baik oleh sensor. Sensor dalam hal ini merupakan solenoida yang terbuat dari beberapa diameter kawat yang berbeda dan dengan panjang kawat yang berbeda pula. Respon sensor terhadap lingkungan ditandai dengan adanya perubahan tegangan pada

rangkaian. Suhu lingkungan (dalam hal ini suhu udara) akan dibuat sedekat mungkin dengan suhu pada kontainer semen sapi (-196 °C). Untuk menurunkan suhu udara agar mendekati suhu tersebut maka digunakan nitrogen cair.

Proses pencarian kondisi optimum dimana akan diperoleh kondisi sensor yang peka terhadap perubahan suhu lingkungan, dilakukan dengan variasi diameter dan panjang kawat. Diameter kawat divariasikan mulai dari 0,1 cm, 0,2 cm, dan 0,3 cm. Tiap diameter dibuat lima buah lilitan dengan panjang kawat masing-masing 175, 350, 525, 700 dan 875 cm.

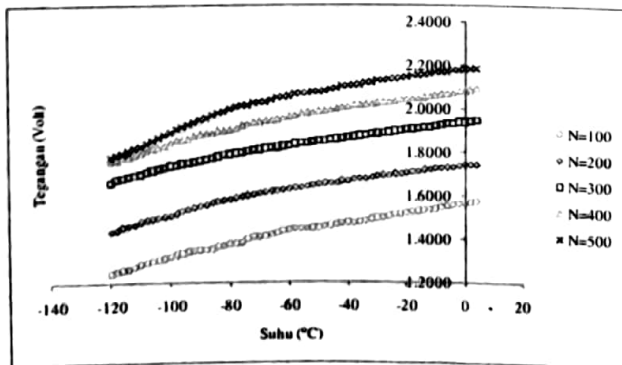
Hambatan dimasing-masing potensiometer dibuat  $R_1 = 50$  ohm,  $R_1 = 40$  ohm, dan  $R_1 = 60$  ohm, dengan tegangan sumber  $V_0 = 3$  volt. Sedangkan volume N2 cair yang digunakan pada tiap pengambilan data sebanyak 500 ml. Skema rangkaian peralatan bisa dilihat pada gambar 4.



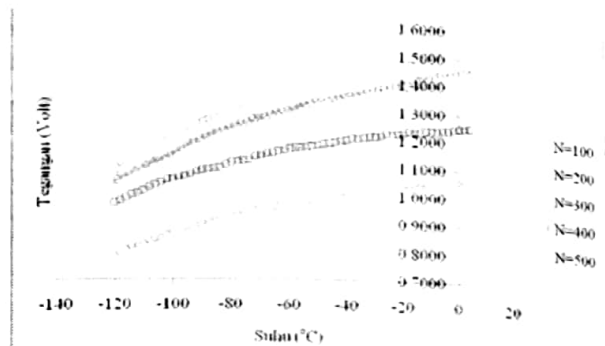
Gambar 4. Skema rangkaian penelitian

### 2.3 Hasil dan Pembahasan

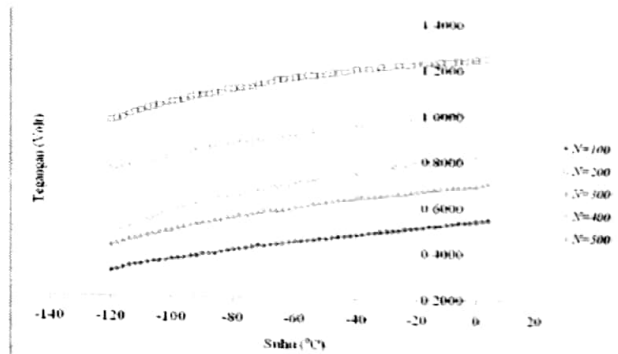
Pengaruh suhu terhadap perubahan tegangan pada rangkaian sensor RTD seperti yang tampak pada gambar 5, 6, dan 7.



Gambar 5. Grafik hubungan suhu terhadap tegangan pada kawat berdiameter 0,1 mm



Gambar 6. Grafik hubungan suhu terhadap tegangan pada kawat berdiameter 0,2 mm



Gambar 7. Grafik hubungan suhu terhadap tegangan pada kawat berdiameter 0,3 mm

Tabel 1, 2, dan 3 memperlihatkan persamaan hasil pencocokan data pada masing-masing grafik. Pada tabel tersebut terlihat bahwa semua sampel mempunyai tingkat presisi yang sangat baik, dilihat dari nilai determinan ( $R^2$ ) yang hampir mendekati nilai 1.

Salah satu ukuran sensor bisa dikatakan baik, bisa dilihat dari nilai kelinierannya. Masing-masing diameter mempunyai tingkat kelinieran yang berbeda untuk tiap panjang kawat. Pada tabel 4 disajikan ringkasan sampel terbaik dari masing-masing diameter kawat.

Pada tabel 4 tersebut terlihat sampel dengan diameter kawat 0,2 mm ( $L=700$  cm) dan sampel berdiameter 0,1 ( $L=175$  cm), mempunyai tingkat kelinearan yang sama. Tetapi bila dilihat dari tingkat presisinya, sampel dengan diameter 0,2 mm lebih unggul. Sehingga bisa disimpulkan dari 15



sampel yang diuji, yang paling unggul dan bisa digunakan sebagai sensor suhu rendah adalah sampel dengan diameter kawat 0,2 mm dan panjang kawat 700 cm.

Diameter kawat yang paling optimum dapat merespon suhu lingkungan adalah 0,2 mm dengan panjang kawat 700 cm.

Solenoida bisa diaplikasikan sebagai sensor suhu rendah dengan menggunakan konfigurasi RTD-C.

### III. Kesimpulan dan Saran

#### Kesimpulan

Terdapat pengaruh perubahan suhu yang menyebabkan nilai tegangan pada rangkaian RTD-C berubah. Setiap kenaikan suhu, diikuti pula kenaikan nilai tegangan pada rangkaian.

#### Saran

Rekam jejak pengaruh kenaikan suhu terhadap tegangan rangkaian masih dilakukan secara manual. Sehingga diperlukan otomasi dalam pengambilan data menggunakan peralatan yang lebih canggih.

**Tabel 1.** Persamaan polinomial hasil pencocokan data pada kawat berdiameter 0,1 mm

No.	Panjang Kawat, $L$ (cm)	Persamaan polinomial orde 2	$R^2$
1	175	$y = -7.10^{-6} x^2 + 0,0017x + 1,5612$	0,9968
2	350	$y = -10^{-5} x^2 + 0,001x + 1,7377$	0,9975
3	525	$y = -8.10^{-5} x^2 + 0,0013x + 1,9361$	0,9973
4	700	$y = -10^{-5} x^2 + 0,0012x + 2,0785$	0,9977
5	875	$y = -2.10^{-5} x^2 + 0,0006x + 2,1717$	0,9955

**Tabel 2.** Persamaan polinomial hasil pencocokan data pada kawat berdiameter 0,2 mm

No.	Panjang Kawat, $L$ (cm)	Persamaan polinomial orde 2	$R^2$
1	175	$y = -10^{-5} x^2 + 0,0008x + 1,0598$	0,9968
2	350	$y = -10^{-5} x^2 + 0,0008x + 1,2471$	0,9982
3	525	$y = -10^{-5} x^2 + 0,0014x + 1,4263$	0,9979
4	700	$y = -10^{-5} x^2 + 0,0016x + 1,450$	0,9969
5	875	$y = -10^{-5} x^2 + 0,002x + 1,5340$	0,9989

**Tabel 3.** Persamaan polinomial hasil pencocokan data pada kawat berdiameter 0,3 mm

No.	Panjang Kawat, $L$ (cm)	Persamaan polinomial orde 2	$R^2$
1	175	$y = -4.10^{-6} x^2 + 0,0013x + 0,5409$	0,9986
2	350	$y = -10^{-5} x^2 + 0,0008x + 1,2471$	0,9982
3	525	$y = -9.10^{-6} x^2 + 0,0012x + 0,7007$	0,9989
4	700	$y = -10^{-5} x^2 + 0,0013x + 0,8229$	0,9973
5	875	$y = -5.10^{-5} x^2 + 0,0016x + 1,0266$	0,9954

**Tabel 4.** Hasil pencocokan data terbaik dari masing-masing diameter kawat

No.	Diameter Kawat ( $D$ )	Panjang Kawat, $L$ (cm)	Persamaan polinomial orde 2	$R^2$
1	0,1	175	$y = -7.10^{-6} x^2 + 0.0017x + 1.5612$	0,9968
2	0,2	700	$y = -10^{-5} x^2 + 0,0016x + 1,450$	0,9969
3	0,3	875	$y = -5.10^{-5} x^2 + 0,0016x + 1,0266$	0,9954

#### Ucapan Terima Kasih

Terimakasih penulis sampaikan kepada kaprodi Magister Pendidikan Fisika UAD yang telah memberikan izin dan memberikan dukungan untuk melakukan penelitian ini.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada kepala laboratorium Fisika marerial UAD atas izin penggunaan tempat melakukan penelitian.

#### IV. DAFTAR PUSTAKA

- Fraden, J. (1993). *Handbook of Modern Sensors : Physics, Desidns, and Applications*. New York: Springer.
- Kementan. (2012). *Pedoman Optimalisasi Inseminasi Buatan (Ib) Tahun 2012*. Jakarta: Direktorat Jenderal Peternakan Dan Kesehatan Hewan Direktorat Budidaya Ternak.
- Marwah, N. (2013). *Rancangan Sistem Akuisisi Data Suhu Dengan Pt-100 Terhadap Fungsi Kedalaman Sumur Pengeboran Berbasis Mikrokontroler H8/3069F*. Jakarta: FMIPA Universitas Indonesia.
- Nurhayat, W. (23 Juli 2013). *Konsumsi Daging Indonesia Setiap Tahun Capai 4 Juta Ekor Sapi*. Dipetik September 10, 2013, dari detik: <http://finance.detik.com/read/2013/07/23/15421423118044/konsumsi-daging-indonesia-setiap-tahun-capai-4-juta-ekor-sapi>
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2010). *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Salemba Teknika.