

2015 toni

by Irip123 Mpfis

Submission date: 21-Apr-2020 05:00AM (UTC-0700)

Submission ID: 1254248428

File name: 2015_toni.pdf (264.51K)

Word count: 2098

Character count: 12090

1 Optimasi Diameter dan Panjang Kawat Koil Sebagai Kandidat Sensor Suhu Semen Sapi Berbasis RTD-C

Toni Kus Indratno¹, Moh. Toifur²

¹Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta

²Fisika Melins, FMIPA, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta

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

Abstrak

Optimasi diameter dan panjang kawat koil sebagai sensor suhu rendah berbasis *Resistance Temperature Detector Coils* (RTD-C) telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan diameter dan panjang kawat koil yang paling optimal dalam merespons perubahan suhu lingkungan sehingga dapat diaplikasikan sebagai sensor suhu pada kontainer semen sapi. 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 divariasikan 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 merespons perubahan suhu lingkungan dengan baik. Sampel yang paling baik digunakan adalah sampel dengan kawat berdiameter 0,2 mm dan panjang 700 cm. Sampel inilah yang dijadikan sebagai kandidat sensor suhu semen sapi.

Kata kunci: RTD, koil, suhu rendah.

Pendahuluan

Surat kabar online [1] 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 [2].

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 [3]. Hal inilah yang menyebabkan kualitas peternakan kita belum dapat maksimal.

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

Diantara perangkat sensor suhu yang baik dan

1 mudah digunakan salah satunya adalah menggunakan konsep *Resistance 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 dapat 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*) [4]. Pada penelitian ini akan dibuat sensor suhu 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 merespons perubahan suhu lingkungan sehingga didapatkan kandidat bahan untuk pembuatan sensor suhu kontainer semen sapi. Rancangan sensor suhu berbasis RTD yang akan dikembangkan mengaplikasikan konsep rangkaian jembatan *wheatstone*.

Teori

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 digunakan metode rangkaian jembatan *wheatstone* [5].

a. Tahanan dan Suhu

Pada buku karya Serway [6] dibahas mengenai hubungan antara tahanan dan suhu. Di dalamnya dijelaskan bahwa resistivitas suatu konduktor berubah-ubah hampir linier terhadap suhu berdasarkan persamaan

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

dimana ρ adalah resistivitas pada suhu T (dalam derajat Celcius), ρ_0 adalah resistivitas pada suhu acuan T_0 (biasanya digunakan 20°C), dan α adalah koefisien suhu resistivitas. Dari persamaan (1) dapat diperoleh koefisien suhu dari resistivitas yaitu

$$\alpha = \frac{1}{\rho_0} \frac{\Delta \rho}{\Delta T} \tag{2}$$

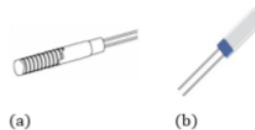
Untuk logam-logam seperti tembaga, resistivitasnya hampir sebanding dengan suhu. Akan tetapi, suatu daerah yang nonlinier selalu muncul

pada suhu yang sangat rendah dan resistivitasnya biasanya mencapai suatu nilai tertentu ketika suhu mendekati nol mutlak.

b. 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 [7,8]. 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 [4]. RTD juga dikenal merupakan sensor suhu dengan keluaran resistansi [9].

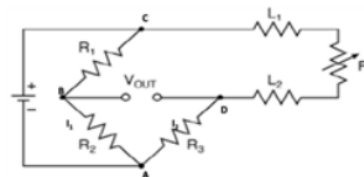
Gambar 1 menunjukkan sensor RTD yang terdiri dari lilitan kawat dan lapisan tipis logam.



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 linearitas sensor yang lebih baik, pengonfigurasiannya yang lebih mudah hanya dengan memperlakukannya sebagai hambatan bervariasi, mudah dikalibrasi ulang, lebih tahan lama, dan sensor yang dijual pada umumnya dapat dibentuk ulang sesuai dengan kebutuhan pemakaian.

Bentuk konfigurasi dari RTD ada tiga macam, antara lain *two-wire connections*, *three-wire connections*, dan *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

$$V_{BD} = V_{AB} - V_{AD} = I_1 R_2 + I_2 R_3 \quad (3)$$

Besar dari I_1 dan I_2 adalah

$$I_1 = \frac{V_0}{R_1 + R_2} \quad (4)$$

$$I_2 = \frac{V_0}{R_3 + R_{L2} + R_T + R_{L1}} \quad (5)$$

Sehingga tegangan antara titik B dan D adalah

$$V_{BD} = \left(\frac{V_0}{R_1 + R_2} \right) R_2 - \left(\frac{V_0}{R_3 + R_{L2} + R_T + R_{L1}} \right) R_3 \quad (6)$$

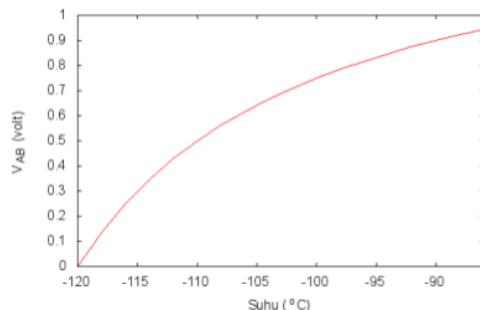
atau dapat ditulis sebagai

$$V_{BD} = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_0 - \left(\frac{R_3}{R_3 + R_{L2} + R_T + R_{L1}} \right) V_0 \quad (7)$$

Suku pertama ruas kanan pada persamaan (7) bernilai konstan, yang berbeda hanya suku kedua, yaitu yang mengandung R_T . Jika R_{L1} dan R_{L2} bernilai nol, maka

$$V_{BD} = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_0 - \left(\frac{R_3}{R_3 + R_T} \right) V_0 \quad (8)$$

Persamaan (8) 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).

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 bervariasi dan nilai V_{BD} pun akan bervariasi pula.

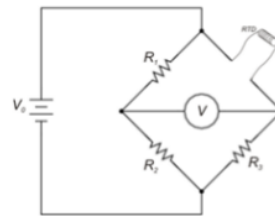
Metode

Pada penelitian ini diamati bagaimana perubahan suhu lingkungan dapat direspons 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.

Respons 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; 0,2; dan 0,3 cm. Tiap diameter dibuat lima buah lilitan dengan panjang kawat masing-masing 175; 350; 525; 700; dan 875 cm.

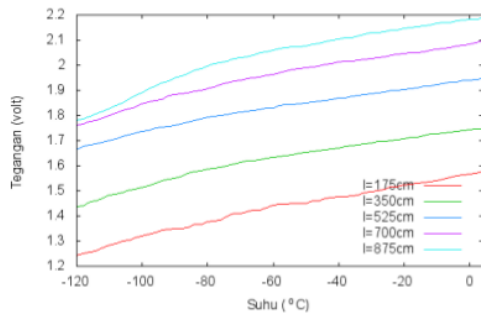
Hambatan di masing-masing potensiometer R_1 , R_2 , R_3 berturut-turut adalah 50, 40, dan 60 ohm, dengan tegangan sumber $V_0 = 3$ volt. Sedangkan volume N_2 cair yang digunakan pada tiap pengambilan data sebanyak 500 ml. Skema rangkaian peralatan bisa dilihat pada Gambar 4.



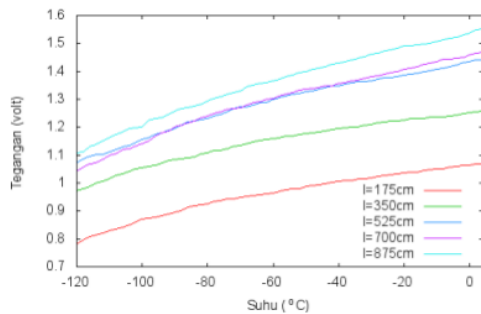
Gambar 4. Skema rangkaian penelitian.

Hasil dan Pembahasan

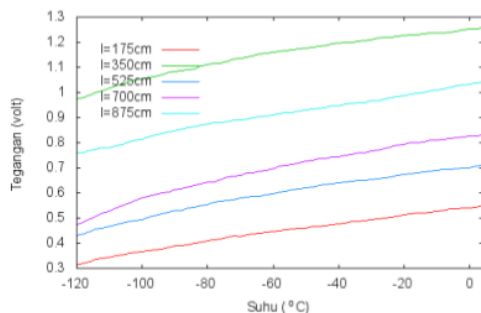
Pengaruh suhu terhadap perubahan tegangan pada rangkaian sensor RTD hasil penelitian ditunjukkan dalam Gambar 5, 6, dan 7.



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.

Gambar 5, 6, dan 7 memperlihatkan grafik hubungan antara perubahan suhu lingkungan (dibaca menggunakan termokopel) dengan perubahan tegangan rangkaian sensor. Dari grafik terlihat bahwa perubahan suhu lingkungan mempengaruhi tegangan pada rangkaian sensor.

Hasil eksperimen yang diperoleh mendekati bentuk grafik hasil simulasi persamaan pada Gambar 3. Hal ini dapat disimpulkan bahwa rangkaian sensor bekerja dengan baik dalam merespons suhu lingkungan.

Tabel 1 Hasil Pencocokan Data pada Kawat Berdiameter 0,1; 0,2; dan 0,3 mm

ℓ (cm)	$R^2_{0,1}$	$R^2_{0,2}$	$R^2_{0,3}$
175	0,9968	0,9968	0,9986
350	0,9975	0,9982	0,9982
525	0,9973	0,9979	0,9989
700	0,9977	0,9969	0,9973
875	0,9955	0,9989	0,9954

Tabel 1 memperlihatkan hasil pencocokan data pada masing-masing grafik (Gambar 5, 6, dan 7). Pada tabel tersebut terlihat bahwa semua sampel mempunyai tingkat presisi yang sangat baik dalam merespons perubahan suhu lingkungan, dilihat dari nilai determinan R^2 yang hampir mendekati nilai 1.

Tabel 2 Hasil Pencocokan Data Terbaik dari Masing-Masing Diameter Kawat

d (mm)	ℓ (cm)	R^2
0,1	175	0,9968
0,2	700	0,9969
0,3	875	0,9954

Salah satu ukuran sensor dikatakan baik dapat dilihat dari nilai kelinierannya. Masing-masing diameter mempunyai tingkat kelinieran yang berbeda untuk tiap panjang kawat. Ringkasan sampel terbaik dari masing-masing diameter kawat disajikan dalam Tabel 2. Pada tabel tersebut terlihat sampel dengan diameter kawat 0,2 mm ($\ell = 700$ cm) dan sampel berdiameter 0,1 ($\ell = 175$ cm) mempunyai tingkat kelinearan yang sama. Tetapi jika dilihat dari tingkat presisinya, sampel dengan diameter 0,2 mm lebih unggul. Sehingga dapat disimpulkan dari 15 sampel yang diuji, yang paling unggul dan dapat digunakan sebagai sensor suhu rendah adalah sampel dengan diameter kawat 0,2 mm dan panjang kawat 700 cm.

Sampel inilah yang dapat dijadikan sebagai kandidat sensor suhu kontainer semen sapi, karena mampu membaca perubahan suhu yang sangat rendah (-120°C).

Kesimpulan

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

1
kenaikan nilai tegangan pada rangkaian. Diameter kawat yang paling optimum dapat merespons suhu lingkungan adalah 0,2 mm dengan panjang kawat 700 cm. Solenoida dapat diaplikasikan sebagai kandidat sensor suhu rendah pada kontainer semen sapi dengan menggunakan konfigurasi RTD-C.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kaprodi Magister Pendidikan Fisika atas dukungan dalam penelitian ini dan kepada Kepala Laboratorium Fisika Material UAD atas izin penggunaan tempat melakukan penelitian.

Referensi

- [1] W. Nurhayat, *Konsumsi Daging Indonesia Setiap Tahun Capai 4 Juta Ekor Sapi*, dokumen WWW, (<http://finance.detik.com/read/2013/07/23/154214/2311804/4/konsumsi-daging-indonesia-setiap-tahun-capai-4-juta-ekor-sapi>).
- [2] GatraneWS, *Konsumsi Daging Sapi pada 2030 Sekitar 12,3 Juta Ton per Tahun*, dokumen WWW, (<http://www.gatra.com/nusantara-1/nasional-1/39035-konsumsi-daging-sapi-pada-2030-sekitar-12,3-juta-ton-per-tahun.html>).
- [3] Kementan, *Pedoman Optimalisasi Inseminasi Buatan (Ib) Tahun 2012*, (Direktorat Jenderal Peternakan Dan Kesehatan Hewan Direktorat Budidaya Ternak, Jakarta, 2012).
- [4] J. Fraden, *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications*, (Springer, New York, 1993).
- [5] T.K. Indratno, *Optimasi Diameter dan Panjang Kawat Koil Sebagai Sensor Suhu Semen Sapi Berbasis RTD-C*, Tesis Universitas Ahmad Dahlan, (Tidak Diterbitkan).
- [6] R.A. Serway, J.W. Jewett, *Fisika untuk Sains dan Teknik*, (Salemba Teknik, Jakarta, 2010).
- [7] N. Marwah, *Rancangan Sistem Akuisisi Data Suhu Dengan Pt-100 Terhadap Fungsi Kedalaman Sumur Pengeboran Berbasis Mikrokontroler H8/3069F*, (FMIPA Universitas Indonesia, Jakarta, 2013).
- [8] A.R. Putra, E. Yudaningtyas, N. Dwi, *Jurnal Mahasiswa TEUB* **1** (5), (2013).
- [9] S.B. Utomo *et al.*, *Perancangan Sistem Pengaturan Suhu Pada Mesin Sangrai Kopi Berbasis Logika Fuzzy*, dokumen WWW, (<http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/59016>).

2015 toni

ORIGINALITY REPORT

85%

SIMILARITY INDEX

85%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

jurnalomega.org

Internet Source

84%

2

garuda.ristekdikti.go.id

Internet Source

2%

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On