

# Jurnal *Rekayasa Elektrika*

VOLUME 13 NOMOR 3

DESEMBER 2017

**Sistem Otomatisasi Pembersihan Kotoran dan Pengaturan Suhu Kandang  
Kelinci Berbasis Arduino Mega2560** 133-138

*Eko Didik Widiyanto, Mahfudhotul Khasanah, Agung Budi Prasetyo, dan Risma  
Septiana*

JRE	Vol. 13	No. 3	Hal 119-190	Banda Aceh, Desember 2017	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X
-----	---------	-------	-------------	------------------------------	--------------------------------------

# Sistem Otomatisasi Pembersihan Kotoran dan Pengaturan Suhu Kandang Kelinci Berbasis Arduino Mega2560

Eko Didik Widiyanto, Mahfudhotul Khasanah, Agung Budi Prasetijo, dan Risma Septiana  
Departemen Teknik Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang 50275  
e-mail: mhasanah.anna@gmail.com

**Abstrak**—Faktor suhu lingkungan kandang mempengaruhi perkembangbiakan kelinci yang cukup cepat. Semakin banyak kelinci, pembersihan kandang yang makin efisien perlu dilakukan. Penelitian ini menghasilkan sistem otomatisasi pembersihan kotoran dan pengaturan suhu kandang kelinci menggunakan papan Arduino Mega 2560 dan diimplementasikan dalam bentuk purwarupa. Sistem mampu melakukan pemantauan dan pengaturan suhu kandang sebesar 26-36°C dengan menggunakan sensor suhu DHT11, pemanas, dan pendingin. Sistem akan melakukan pembersihan kotoran kandang dengan mengontrol gerak motor servo setelah memproses masukan dari sensor berat *load cell* dengan kemampuan 5 kg. Pembersihan kotoran dilakukan jika berat kotoran di atas batas nilai 1000 gram. Penelitian ini juga menerapkan linearisasi untuk menghasilkan persamaan konversi suhu dan berat yang menghasilkan nilai pembacaan yang lebih akurat. Pembacaan suhu memiliki akurasi sebesar  $\pm 1$  °C, sedangkan pembacaan berat *load cell* dengan akurasi sebesar 0.05% atau 2 gram.

**Kata kunci:** *kandang otomatis, pengontrolan suhu, pembersih kandang, linearisasi data*

**Abstract**—The environmental factor of the cage affects the rabbit breeding. The more rabbits, the more efficient cage cleaning needs to be done. This research resulted in an automation system prototype of dirt cleaning and temperature control of rabbit cage using Arduino Mega 2560 board. The system was capable of monitoring and controlling the cage temperature of 26-36 °C using DHT11 temperature sensor, heating, and cooling actuators. The system performed the cage manure cleaning by controlling the motion of the servo motor after processing the input from the load cell weight sensor with the capability of 5 kg. Dirt cleaning is done if the weight of the dirt is above 1000 gram. This research also applied linearization to produce temperature and weight conversion equations which yielded more accurate reading values. The temperature readings had an accuracy of  $\pm 1$  °C, while the load cell weight reading had an accuracy of 0.05% or 2 grams.

**Keywords:** *automatic cage, temperature control, cage cleaner, data linearization*

Copyright © 2017 Jurnal Rekayasa Elektrika. All right reserved

## I. PENDAHULUAN

Kelinci merupakan alternatif pemenuhan gizi masyarakat sebagai salah satu sumber protein hewani yang berkualitas [1]. Kelinci adalah salah satu jenis hewan mamalia yang sering dijadikan hewan peliharaan dan hewan pedaging. Untuk satu masa kehamilan, rata-rata kelinci mampu melahirkan 6-8 anak kelinci [2]. Dengan kemampuan perkembangbiakan yang cukup cepat [3], maka pemeliharaan kelinci akan menjadi perhatian utama.

Bagi peternak kelinci dengan jumlah ternak yang banyak, melakukan pembersihan kandang akan membutuhkan waktu yang banyak sehingga terkesan tidak efisien. Di samping itu dengan kemampuan perkembangbiakan yang relatif cepat maka kelinci memproduksi kotoran dengan jumlah lebih banyak. Selain kebersihan, faktor lain yang perlu diperhatikan adalah suhu dari kandang kelinci.

Kisaran suhu yang baik untuk kandang kelinci adalah 26°C sampai 36 °C [4]. Menjaga kandang agar tetap bersih akan berpengaruh pula pada produktivitas kelinci dan juga pertahanan terhadap pertumbuhan hama dan penyakit [5].

Pengembangan kandang ternak terkontrol telah banyak dilakukan. Kholidi dkk. [6] mengembangkan kandang ayam tertutup dengan pengatur suhu menggunakan dua aktuator berupa blower pendingin dan pemanas. Pengaturan suhu untuk pendinginan dan pemanasan dilakukan secara otomatis berdasarkan waktu. Harianto dan Sari [7] mengembangkan sistem terjadwal untuk mengontrol pemberian makan, minum, pembersih kotoran, dan pengaturan suhu kandang *day old chicks* (DoC) secara otomatis. Pengontrolan dilakukan berdasarkan waktu.

Sistem tersebut di atas menggunakan waktu sebagai acuan dalam pengontrolan suhu dan pembersihan kandang. Sistem tidak secara adaptif terhadap kondisi

lingkungan dan tingkat kekotoran kandang. Sebyang dkk. [8] mengembangkan sistem pengontrolan suhu pada kandang ayam broiler berdasarkan batasan (*threshold*) suhu kandang yang akan menyalakan dan mematikan pemanas secara otomatis. Demikian juga Pamungkas [9] yang mengembangkan sistem pengontrol suhu dan kelembaban secara terdistribusi menggunakan beberapa sensor. Deteksi tingkat kekotoran kandang dapat dilakukan dengan mengukur berat kotoran ternak. Teknik pengukuran berat tersebut dapat dilakukan menggunakan sensor *load cell*, seperti yang dilakukan dalam [10] untuk sistem pengisian air galon secara otomatis.

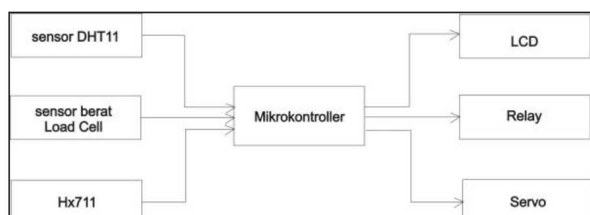
Penelitian ini mengembangkan sistem otomatisasi pembersihan kotoran dan pengaturan suhu kandang kelinci. Pengaturan suhu dilakukan secara adaptif berdasarkan kondisi suhu kandang menggunakan *threshold* suhu seperti [8], [9]. Pembersihan kandang dilakukan berdasarkan berat kotoran ternak menggunakan sensor *load cell* menggunakan teknik dalam [10]. Rancangan sistem diimplementasikan dalam bentuk purwarupa. Penelitian ini menerapkan proses linearisasi pada pengujian sehingga mampu menghasilkan pengukuran suhu kandang dan penimbangan berat kotoran yang lebih akurat.

## II. METODE

Penelitian dilakukan dalam 4 tahapan, yaitu identifikasi kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, dan terakhir pengujian dan analisis. Tahap pertama merupakan identifikasi dan kebutuhan fungsional sistem. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data berkaitan dengan kebutuhan perancangan sistem, seperti pemilihan sensor yang akan digunakan pada sistem.

Tahapan kedua adalah tahap perancangan sistem. Data yang didapat akan digunakan sebagai bahan perancangan sistem yang meliputi perangkat lunak dan perangkat keras. Tahap ini menghasilkan diagram alir jalannya sistem dan diagram blok komponen yang akan digunakan pada sistem. Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem yang dikembangkan dan antarmuka komponen dalam sistem.

Hasil rancangan diimplementasikan ke dalam bentuk perakitan perangkat keras dan pembuatan program untuk ditanam ke dalam sistem. Perangkat keras yang digunakan adalah papan Arduino Mega dengan mikrokontroler ATmega2560 dilengkapi dengan relay, LCD serial, modul hx711 [11], motor servo serta sensor berat *load cell* [12] dan sensor suhu DHT11 [13]. Sensor *load cell* akan digunakan untuk mengukur berat kotoran yang digunakan untuk mengontrol nyala dan matinya penyapu. Sensor DHT11



Gambar 1. Blok diagram sistem

untuk mengukur suhu kandang dan digunakan untuk mengontrol nyala dan matinya pemanas dan pendingin. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE yang dijalankan pada sistem operasi Windows 8 untuk pemrograman perangkat keras pada sistem.

Tahapan pengujian dan analisa bertujuan melakukan pengambilan data sebagai uji coba perangkat keras maupun perangkat lunak. Analisa dilakukan untuk melihat kesesuaian antara hasil pengujian dan spesifikasi kebutuhan sistem. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian perangkat masukan, perangkat luaran, dan kebutuhan fungsional dari sistem. Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor suhu dan berat dari hasil penggunaan pustaka Arduino dengan pembacaan dari alat referensi berupa termometer suhu dan timbangan digital. Setelah didapatkan data mentah dan selisih akurasinya, persamaan dalam pustaka dimodifikasi (dikompensasi) dengan proses linearisasi untuk mendapatkan nilai pembacaan yang lebih akurat.

Proses linearisasi dilakukan untuk mendapatkan persamaan linear dari konversi suhu lingkungan dan berat dari sensor menjadi nilai digital. Persamaan linear akan memudahkan dalam pemrograman sistem. Proses linearisasi menggunakan persamaan regresi  $Y=a+bx$  seperti dinyatakan dalam Persamaan 1 [14]. Untuk mendapatkan nilai a dan b, digunakan Persamaan 2 dan Persamaan 3. Parameter a menyatakan konstanta, b koefisien regresi atau kemiringan dari besaran reponse yang ditimbulkan, Y variabel *response/akibat (dependent)* dan x sebagai variabel *predictor/penyebab (independent)*.

$$Y = a + bx, \quad (1)$$

$$a = \frac{(\sum y) * (\sum x^2) - (\sum x) * (\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}, \quad (2)$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x) * (\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}. \quad (3)$$

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

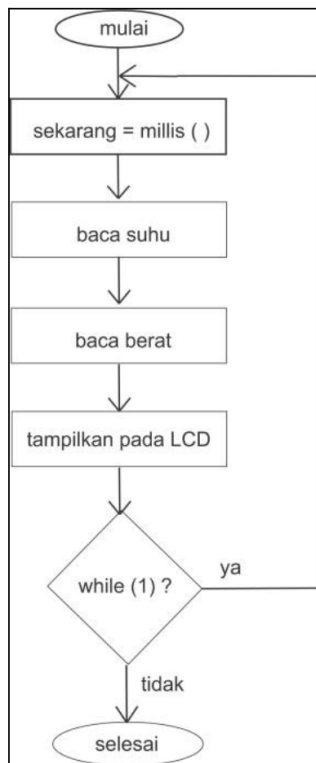
Diagram alir sistem yang dihasilkan yaitu diagram alir prosedur *setup()* dan *loop()*. Diagram alir *setup()* menunjukkan proses eksekusi pada perintah-perintah inisialisasi yang meliputi pengaturan *baudrate* komunikasi serial untuk monitor data lewat serial asinkron, inisialisasi LCD serial dan konfigurasi pin I/O seperti ditunjukkan dalam Gambar 2. Prosedur *loop()* berisi penjadwalan eksekusi yang menggunakan *millis()*, penampilan data ke LCD, dan akuisisi data suhu dan berat kotoran dengan *baca\_suhu* dan *baca\_berat*. Hasil perancangan perangkat lunak dinyatakan dalam bentuk diagram FSM (*finite state machine*) untuk menunjukkan keadaan sistem berdasarkan pembacaan suhu dan berat menggunakan mesin sekuensial.

Gambar 3 menunjukkan diagram alir prosedur *loop()*. Pada pengkondisian hasil *baca\_suhu* dan *baca\_berat*

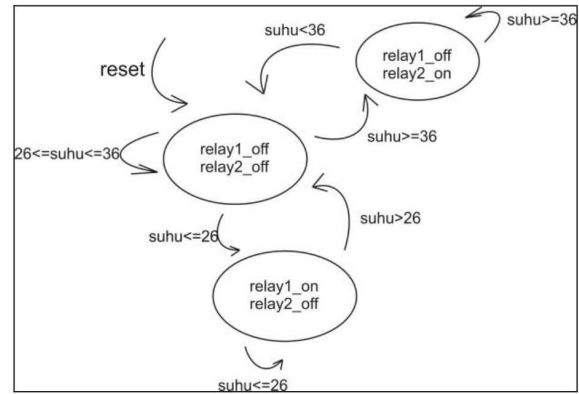


Gambar 2. Diagram alir prosedur setup()

terdapat kondisi yang harus dipenuhi untuk menjalankan program. Prosedur ini dijalankan tanpa akhir. Prosedur ini memanggil prosedur *baca\_suhu*, *baca\_berat*, *aktuasi* dan *tampilkan\_LCD*. Prosedur *aktuasi* akan mengontrol penyalan relay1, relay2 dan motor servo. Gambar 4 menunjukkan FSM *aktuasi* untuk kondisi pada *baca\_suhu*. FSM ini mempunyai 3 keadaan (*state*), yaitu 1) relay1\_off dan relay2\_off, 2) relay1\_on dan relay2\_off, dan 3) relay1\_off dan relay2\_on. Relay1 digunakan untuk menyalakan pemanas saat aktif (*on*), sedangkan relay2 untuk menyalakan kipas. Penyalan pemanas dan kipas dilakukan berdasarkan suhu yang terukur oleh DHT11. Suhu tengah untuk mematikan Relay1 dan Relay2 adalah 31°C. Gambar 5 menunjukkan FSM *aktuasi* untuk kondisi pada *baca\_berat*. FSM ini mempunyai



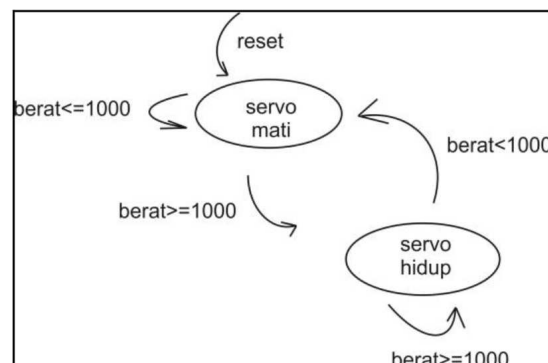
Gambar 3. Diagram alir prosedur loop()



Gambar 4. Diagram FSM aktuasi berdasarkan suhu

2 keadaan, yaitu servo mati dan servo hidup. Servo digunakan untuk menyalakan pembersih kandang saat aktif (*on*). Pembersihan kandang dilakukan berdasarkan berat yang terdeteksi oleh sensor *load cell*. Sistem ini diimplementasikan dalam bentuk purwarupa kandang kelinci yang digunakan sebagai ruang pemasangan sistem. Pada sistem utama terdapat papan sirkuit elektronik yang telah dibuat sebagai papan penghubung komponen-komponen elektronik yang digunakan. Desain papan sirkuit dibuat menggunakan perangkat lunak ExpressPCB dengan dimensi papan 104,14 mm untuk panjang dan 55,88 mm untuk lebar papan. Papan elektronik sistem dipasangkan pada purwarupa kandang kelinci yang dibuat. Purwarupa kandang memiliki ukuran 40 cm x 30 cm x 45 cm dengan kapasitas untuk satu ekor kelinci. Purwarupa kandang terdiri dari beberapa komponen penyusun yang dipasang sebagai penunjang sistem. Gambar 6 menunjukkan purwarupa kandang kelinci bagian samping, sedangkan Gambar 7 menunjukkan bagian bawah kandang. Komponen utama penyusun kandang adalah *relay* sebagai pengontrol aktuator, sensor DHT11 sebagai sensor suhu, lampu sebagai aktuator dalam fungsi penghangat, kipas sebagai aktuator dalam fungsi penyejuk, alas kandang berisi sensor berat *load cell* yang telah dipasang di bagian tengah alas penampang, dan penyapu sebagai aktuator motor servo.

Pengujian awal dilakukan pada sensor DHT11 dan sensor *load cell*. Proses ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan awal pembacaan sensor. Pengujian sensor DHT11 sebagai sensor suhu dilakukan dengan



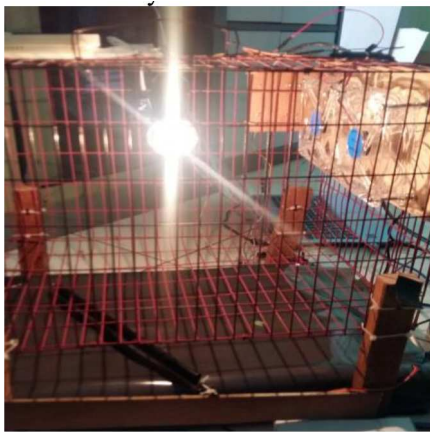
Gambar 5. Diagram FSM aktuasi berdasarkan berat



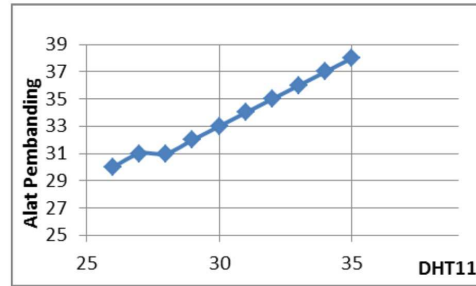
Gambar 6. Purwarupa kandang kelinci dengan komponen relay dan DHT11

menggunakan alat pembanding termometer suhu. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pembacaan suhu dengan satuan derajat Celcius. Sensor dan alat pembanding diletakkan berdekatan. Data yang telah terkumpul kemudian dibuat grafik data seperti pada Gambar 8. Pengujian sensor berat load cell menggunakan timbangan digital sebagai alat pembanding. Pengujian menggunakan berat beban yang sama pada sensor dan alat pembanding. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pembacaan berat dengan satuan gram. Data yang terkumpul kemudian dibuat grafik data seperti pada Gambar 9. Kedua grafik dari hasil pengujian awal pada sensor DHT11 dan *load cell* menunjukkan garis yang cukup linier. Nilai selisih antara hasil pembacaan sensor dan pembacaan alat pembanding masih tergolong besar. Oleh sebab itu diperlukan proses linearisasi pada kedua grafik pengujian awal sensor agar menghasilkan garis linier untuk meminimalkan nilai selisih. Proses linearisasi dilakukan menggunakan persamaan regresi yang akan diimplementasikan pada perangkat lunak sistem.

Pada pengujian sensor DHT11, proses linearisasi menggunakan regresi seperti dalam Persamaan 1. Untuk mendapatkan nilai a dan b, digunakan Persamaan 2 dan Persamaan 3. Nilai merupakan nilai keluaran dari DHT11, sedangkan nilai merupakan nilai keluaran alat pembanding. Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan



Gambar 7. Purwarupa kandang kelinci dengan komponen lampu, kipas, alas kandang, dan penyapu

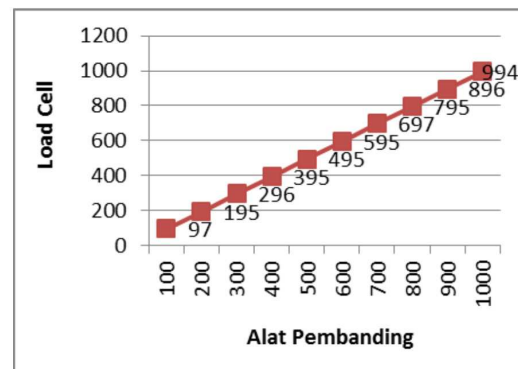


Gambar 8. Grafik pengujian awal DHT11 sebelum kompensasi dalam °C

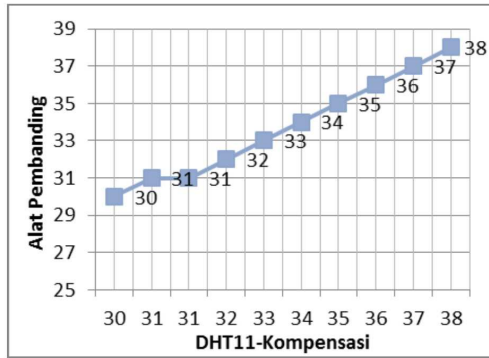
persamaan regresi sebesar . Persamaan tersebut digunakan sebagai kompensasi pada pemrograman sistem, sehingga dihasilkan keluaran sensor DHT11 dengan selisih lebih minimum dari alat pembanding. Hasil data DHT11 setelah kompensasi ditunjukkan dalam Gambar 10.

Terdapat perbedaan hasil pengujian yang dilakukan pada sensor sebelum kompensasi (Gambar 8) dan setelah kompensasi (Gambar 10). Sensor suhu DHT11 sebelum kompensasi menghasilkan nilai pembacaan suhu dengan selisih maksimal 4°C dan minimal 3°C dengan pembacaan thermometer sebagai alat pembanding. Setelah diberikan kompensasi, nilai pembacaan suhu memiliki selisih maksimal 1°C dan minimal -1°C. Linearisasi ini menghasilkan pembacaan yang lebih akurat daripada menggunakan pustaka DHT11 Arduino yang diimplementasikan dalam [6]–[9]. Pada pengujian sensor *load cell* dilakukan proses linearisasi menggunakan Persamaan 2 dan 3. Nilai merupakan nilai keluaran dari *load cell*, sedangkan nilai merupakan nilai keluaran alat pembanding. Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan persamaan regresi sebesar . Persamaan tersebut digunakan sebagai kompensasi pada pemrograman sistem, sehingga dihasilkan keluaran sensor *load cell* dengan selisih lebih minimum dari alat pembanding. Setelah diberikan persamaan hasil linearisasi dengan kompensasi, maka dihasilkan data *load cell* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.

Sensor berat *load cell* sebelum kompensasi memiliki hasil pembacaan dengan selisih maksimal 6 gram dan minimal 3 gram. Setelah diberikan kompensasi *load cell* menghasilkan pembacaan dengan selisih maksimal 2 gram dan minimal -2 gram dibanding dengan timbangan digital



Gambar 9. Grafik data pengujian awal load cell (sebelum kompensasi)

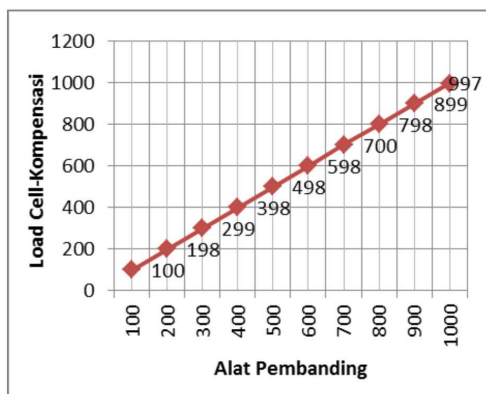


Gambar 10. Grafik pengujian DHT11 setelah kompensasi (dalam °C)

sebagai alat pembanding. Hal ini memperbaiki akurasi pembacaan sensor menggunakan *load cell* dalam [10]. Pengujian perangkat keluaran dengan membandingkan nilai keluaran yang muncul dengan nilai masukan yang diberikan pada perangkat. Perangkat luaran pertama yaitu *relay*. Terdapat dua modul *relay* yang digunakan. Pengujian *relay* dilakukan untuk memastikan bahwa *relay* bekerja dengan baik pada sistem. Pengujian dengan menyalakan *relay\_1* selama suhu  $\leq 26^{\circ}\text{C}$ , lalu menyalakan *relay\_2* selama suhu  $\geq 31^{\circ}\text{C}$ , dan memastikan kedua *relay* tidak menyala selama suhu  $26\text{--}36^{\circ}\text{C}$ . Ketiga parameter yang diberikan berhasil diujikan pada kedua *relay*. Perangkat luaran kedua yaitu motor servo. Pengujian servo dilakukan dengan memberikan perintah masukan untuk menggerakkan servo pada sudut tertentu dengan waktu tunda yang ditentukan. Pengujian dengan memberikan perintah servo untuk bergerak dari sudut  $0^{\circ}\text{--}150^{\circ}$  dan dari sudut  $150^{\circ}\text{--}20^{\circ}$ , diberikan waktu tunda selama 1000 ms untuk mencapai sudut yang dituju. Pengujian berhasil sesuai dengan perintah yang diberikan.

Setelah dilakukan pengujian pada perangkat masukan dan keluaran, selanjutnya pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian fungsional untuk melihat kemampuan sistem yang diimplementasikan terhadap spesifikasi fungsional yang telah ditentukan. Hasil pengujian fungsional dinyatakan dalam Tabel 1.

Sistem mampu menyalakan aktuator pada pengaturan suhu dan pembersihan kotoran kandang menyesuaikan dengan kondisi yang telah ditentukan. Hasil penelitian



Gambar 11. Grafik pengujian load cell dengan kompensasi (dalam gram)

Tabel 1. Pengujian sistem keseluruhan

No	Parameter	Hasil Pengujian
1	Sistem mampu melakukan pemantauan terhadap keadaan suhu kandang kelinci menggunakan sensor DHT11	Berhasil
2	Sistem menampilkan suhu di LCD	Berhasil
3	Sistem mampu menyalakan penghangat saat suhu di bawah $26^{\circ}\text{C}$	Berhasil
4	Sistem mampu menyalakan penyejuk saat suhu di atas $36^{\circ}\text{C}$	Berhasil
5	Sistem mampu mematikan penghangat dan penyejuk saat suhu antara $26\text{--}36^{\circ}\text{C}$	Berhasil
6	Sistem mampu membaca berat kotoran yang ada pada alas kandang secara akurat	Berhasil
7	Sistem mampu menyalakan penyapu alas kandang saat kotoran mencapai berat 1000 gram	Berhasil

ini bersifat adaptif terhadap perubahan suhu kandang, tidak seperti [6] dan [7] yang mendasarkan pengontrolan suhu pada waktu atau jadwal yang telah ditentukan dan hanya cocok untuk kandang ternak yang membutuhkan pendinginan di siang hari dan penghangatan di malam hari. Pengaturan suhu secara adaptif dilakukan berdasarkan batasan suhu rendah dan tinggi seperti halnya dalam [8] dan [9]. Teknik untuk mengukur berat kotoran menggunakan prinsip dalam [10] dengan memanfaatkan sensor *load cell*. Penelitian ini telah menghasilkan sistem otomatisasi yang mampu melakukan pengontrolan suhu kandang kelinci antara  $26^{\circ}\text{C}$  sampai  $36^{\circ}\text{C}$  [4] dan pembersihan kotoran kandang. Proses linearisasi yang diimplementasikan dalam sistem ini telah mampu mengukur suhu dan berat kotoran dengan lebih akurat. Sistem ini diharapkan mampu digunakan oleh peternak kelinci dalam meningkatkan efisiensi pembangbiakan ternak kelinci. Beberapa perbaikan dapat dilakukan. Operasional rangkaian harus lebih mudah, yaitu dengan menambahkan rangkaian pengaman dalam papan rangkaian untuk melindunginya dari kerusakan akibat daya dan arus listrik yang tidak sesuai kebutuhan. Pengendalian tidak menggunakan threshold, namun menggunakan metode PID seperti dalam [15] atau logika fuzzy seperti dalam [16]. Metode PID dapat diterapkan dengan memberikan suhu mutlak ideal dan berat kotoran maksimum untuk kandang kelinci, sedangkan fuzzy dapat digunakan dengan mendefinisikan keanggotaan suhu dan berat kotoran dalam himpunan fuzzy dan menerapkan fungsi inferensi.

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan sistem otomatisasi pembersihan kotoran dan pengaturan suhu kandang kelinci dan mengimplementasikannya dalam bentuk purwarupa. Sistem mampu melakukan pengaturan suhu kandang dan menjaganya dalam suhu normal yaitu  $26\text{--}36^{\circ}\text{C}$  dan mampu melakukan pembersihan kotoran dengan batas nilai berat

kotoran mencapai 1000 gram dan menyalakan servo pada penyapu sebagai keluarannya. Proses linearisasi dalam sistem telah dapat menghasilkan pembaca suhu dan berat yang lebih akurat yaitu akurasi sebesar  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  untuk suhu dan sebesar 0.05% atau sebesar 2 gram.

#### REFERENSI

- [1] L. Khotijah, R. G. Pratas, and E. Fiberty, "Penampilan Kelinci Persilangan Lepas Sapih yang Mendapat Ransum dengan Beberapa Tingkat Penggunaan Ampas Teh," *Media Peternak*, vol. 27, no. 1, p. 25, 2004.
- [2] R. Masanto and A. Agus, *Kelinci Potong*, 1st ed. Jakarta: Penebar Swadaya Grup, 2013.
- [3] E. Marhaenyanto, S. Rusmiwari, and S. Susanti, "Pemanfaatan Daun Kelor Untuk Meningkatkan Produksi Ternak Kelinci New Zealand White," *Buana Sains*, vol. 15, no. 2, pp. 119, 2015.
- [4] B. Edi and D. Mardiani, *Wool Kelinci Anggora*, 1st ed. Bandung: Koperasi NUKITA, 2015.
- [5] Darman, "Analisis Ekonomi Usaha Ternak Kelinci," *Binus Univ.*, vol. 2, no. 2, pp. 917–918, 2011.
- [6] A. K. Nasution, A. Trisanto, and E. Nasrullah, "Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan dan Pengatur Suhu Otomatis untuk Ayam Pedaging Berbasis Programmable Logic Controller pada Kandang Tertutup," *Jurnal Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 11, no. 2, pp. 90–91, 2017.
- [7] H. Harianto, and I. P. Sari, "Rancang Bangun Otomatisasi Kandang Day Old Chicks (DOC) Berbasis Microcontroller", in Proc. Seminar Nasional Teknologi Informasi, 2010, pp. 19-22.
- [8] R. K. Sebayang, O. Zebua, and N. Soedjarwanto, "Perancangan Sistem Pengaturan Suhu Kandang Ayam Berbasis Mikrokontroler", *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 4, no. 3, 2016.
- [9] B. A. Pamungkas, A. F. Rochim, and E. D. Widiyanto, "Perancangan Jaringan Sensor Terdistribusi untuk Pengaturan Suhu, Kelembaban dan Intensitas Cahaya," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 42-48, Apr. 2013
- [10] I. Suhendra and W. S. Pambudi, "Aplikasi Load Cell Untuk Otomasi Pada Depot Air Minum Isi," *Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 15–16, 2015.
- [11] 24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales (Hx711), Avia Semiconductor, 2016.
- [12] Micro Load Cell (0-5 Kg), RobotShop, 2012.
- [13] Humidity & Temperature Sensor (DHT 11) , "D-Robotics, 2010.
- [14] B. Silaban, "Hubungan Antara Penguasaan Konsep Fisika Dan Kreativitas Dengan Kemampuan Memecahkan Masalah Pada Materi Pokok Listrik Statis," *Penelit. Bid. Pendidik.*, vol. 20, no. 1, p. 70, 2014.
- [15] N. Yuliarmas, S. Aisyah, and H. Toar, "Implementasi Kontrol PID pada Mesin Pengembang Roti," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 11, no. 3, pp. 109-113, April 2015
- [16] B. Y. Suprpto, W. Wahab, and M. A. Salam, "Pengaruh Perubahan Set Point pada Pengendali Fuzzy Logic untuk Pengendali Suhu Mini Boiler," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 10, no. 4, pp. 172-179, Oktober 2013

**Penerbit:**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111

website: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE>

email: [rekayasa.elektrika@unsyiah.net](mailto:rekayasa.elektrika@unsyiah.net)

Telp/Fax: (0651) 7554336

