

Sistem Pemantauan Kesehatan Kambing Berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung Berbasis Internet of Thing

Yohana Oktavia Sibarani, Tedy Rismawan, Irma Nirmala*

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Rekayasa Sistem Komputer, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

Email: ¹yohanasibarani@student.untan.ac.id, ²tedyrismawan@siskom.untan.ac.id, ^{3,*}irma.nirmala@siskom.untan.ac.id

Email Penulis Korespondensi: irma.nirmala@siskom.untan.ac.id

Submitted: 15/03/2024; Accepted: 04/11/2024; Published: 15/11/2024

Abstrak—Kambing merupakan salah satu jenis hewan ternak yang memiliki banyak manfaat. Manfaat kambing menjadi salah satu aspek penting untuk menjaga kesehatan kambing. Prediksi penyakit pada kambing cukup sulit karena kurangnya ahli medis pada bidangnya untuk memeriksa kondisi kesehatan kambing. Penelitian ini membuat suatu sistem yang dapat menentukan kondisi kesehatan kambing berdasarkan suhu tubuh dan detak jantung. Sistem ini dibangun dengan tujuan untuk memudahkan para peternak dalam memantau kondisi kesehatan dan melakukan penanganan dini apabila ada kambing sakit. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah suhu tubuh dan detak jantung normal kambing. Penelitian ini menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler dan juga sensor. Sensor yang digunakan adalah sensor suhu DS18B20 dan sensor detak jantung MAX30102. Sistem ini dapat mengukur suhu dan detak jantung dalam waktu yang bersamaan. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata error data pada pengukuran sensor DS18B20 dan sensor MAX30102. Dalam pengukuran tersebut rata-rata error sensor DS18B20 sebesar 0.77 % dan sensor MAX30102 sebesar 2.23%. Data hasil pemantauan pengukuran sensor ini akan ditampilkan di *website* sehingga dapat dilihat oleh pengguna.

Kata Kunci: Kambing; NodeMCU; DS18B20; MAX30102; *Website*

Abstract—The goat is one of the species of livestock that has many benefits. Goat benefits become one of the important aspects of keeping goats healthy. Predicting diseases in goats is quite difficult because of the lack of medical experts in the field to check the health condition of the goats. The research has created a system that can determine the health of goats based on their body temperature and heart rate. The system is designed to make it easier for farmers to monitor their health and perform early treatment when there are sick goats. The data used in this study is the normal body temperature and heart rate of the goat. This research uses NodeMCU as a microcontroller and also a sensor. The sensors used are the DS18B20 temperature sensor and the MAX30102 heart rate sensor. The system can measure both temperature and heart rate at the same time. The test results showed an average data error on the measurement of the DS18B20 sensor and the MAX30102 sensor. In these measurements, the average error of the sensor was 0.77% and the sensor MAX30102 was 2.23%. The data from the monitoring of this sensor will be displayed on the website so that it can be viewed by the user.

Keywords: Goat; NodeMCU; DS18B20; MAX30102; *Website*

1. PENDAHULUAN

Kambing merupakan salah satu jenis hewan yang sering ditemui di berbagai peternakan di Indonesia. Peternakan kambing menjadi salah satu usaha yang berdampak bagi perekonomian di beberapa daerah [1]. Pemantauan kesehatan kambing sangat perlu dilakukan untuk menjaga kestabilan produktivitas. Produktivitas dapat terganggu karena banyak faktor diantaranya diantaranya kurang perhatian mengenai kesehatan kambing. Kesehatan kambing yang buruk bisa terjadi karena beberapa kondisi, baik dari perawatan, pakan, lingkungan, cuaca dan faktor lain yang tidak sesuai. Umumnya kesehatan kambing dapat dipantau dengan melakukan pengukuran suhu tubuh dan detak jantung. Berdasarkan data survey dari Badan Pusat Statistik Indonesia pada tahun 2022 populasi kambing terdaftar sebanyak 18.904.347 ekor. Namun ditengah tingginya populasi kambing, angka kematian pada kambing juga meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data survey statistik terakhir dari Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, kematian kambing berdasarkan rekapitulasi data tahun 2008, 2014 dan 2017 secara berturut mencapai nilai 5.35% , 6.88 % dan 9.61% [2].

Pemantauan kesehatan kambing pada saat ini masih dilakukan secara manual dan harus menunggu kedatangan dokter atau mantri untuk mengetahui suhu tubuh dan detak jantung [3]. Hal ini dapat menyebabkan kematian pada kambing karena terlambat melakukan penanganan. Pemeriksaan suhu tubuh yang dilakukan oleh peternak yaitu dengan cara meletakkan tangan pada tubuh untuk merasakan badan kambing panas atau tidak. Peternak juga melakukan hal yang sama untuk mengukur detak jantung dengan cara meletakkan tangan pada dada. Sehingga jika jumlah kambing yang akan diperiksa banyak akan terjadi kesalahan dan hasil pemeriksaan menjadi tidak akurat.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya masing-masing hewan memiliki titik suhu normal yang berbeda karena tingkat ketebalan bulu pada hewan ternak juga berbeda. Suhu tubuh rata-rata rektal kambing dalam kondisi normal berkisar 37,5°C-40,5°C [4]. Suhu tubuh ini sama untuk semua perlakuan yang artinya suhu tubuh saat kandang dengan pengkabutan maupun kandang tanpa pengkabutan jika bernilai 37,5°C-40,5°C maka suhu tersebut normal. Sementara nilai detak jantung normal kambing berkisar 70-80 kali/menit. Berdasarkan suhu tubuh dan detak jantung tersebut maka peternak harus memahami tentang cara identifikasi kambing yang sakit sehingga memerlukan pemeriksaan kesehatan secara rutin [5].

Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya mengenai monitoring kesehatan ternak domba menggunakan suhu tubuh dan detak jantung [6]. Penelitian ini menggunakan node MCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, sensor DS18B20 sebagai pengukur suhu dan sensor MAX30102 untuk mengukur detak jantung. Pada penelitian ini memiliki nilai error sensor DS18B20 sebesar 0,2% untuk suhu, dan error sensor MAX30102 sebesar 3,2%. Penelitian ini memiliki perbedaan pada objek dan *interface* yang digunakan pada penelitian yang dilakukan.

Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya mengenai penggunaan metode Waterfall untuk memonitoring kesehatan sapi [7]. Penelitian ini merupakan sebuah sistem monitoring yang dapat memantau suhu tubuh sapi, detak jantung dan aktifitas sapi. Parameter tersebut diterapkan pada sistem karena merupakan acuan bagi para peternak untuk mengetahui kondisi kesehatan sapi. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler yang berfungsi sebagai penghubung antara sistem dan *database*. Selain itu sistem ini memiliki 3 elemen penting yaitu arsitektur *IoT*, sistem yang dilengkapi dengan modul *IoT*, serta perangkat yang terhubung dengan internet seperti penggunaan SIM7000E serta penggunaan *Cloud Data Center* sebagai tempat untuk menyimpan aplikasi. Penelitian ini dapat menjalankan fungsinya dengan baik serta pengujian *delay* yang relatif kecil yaitu sebesar 96,783764 ms dan 277,3492608 ms. Penelitian ini dijadikan sebagai pembandingan karena menggunakan jenis sensor detak jantung yang sama dan berfungsi untuk memonitoring kesehatan hewan. Sistem ini menggunakan sensor detak jantung MAX30102 dan menggunakan sapi sebagai objek penelitian.

Selanjutnya penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya mengenai monitoring kesehatan sapi menggunakan android [8]. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pengujian aplikasi berbasis android sehingga dapat dipantau oleh pengguna dimanapun dan kapanpun. Pada penelitian ini sistem yang dihasilkan dapat menjalankan fungsi dengan baik dan terhubung dengan *database*. Penelitian ini dapat menjalankan *blackbox* dengan baik serta menghasilkan sistem yang dikategorikan “Sangat Baik” berdasarkan rata-rata *delay* sebesar 291ms. Penelitian ini memiliki kesamaan objek berupa hewan untuk diteliti dan berhubungan dengan kesehatan hewan. Namun memiliki perbedaan pada *interface* yang digunakan yang mana pada penelitian ini menggunakan android sementara penelitian yang dilakukan menggunakan website.

Selanjutnya penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya mengenai monitoring suhu kambing berbasis *Internet of Thing* (IoT) [9]. Penelitian ini dilakukan dengan membangun sebuah sistem yang dapat mengukur suhu tubuh kambing secara *realtime*. Penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP8266 untuk memproses data dan dikirimkan ke *firebase* untuk menyimpan data. Penelitian ini memiliki indikator lampu LED yang akan menyala berdasarkan level suhu hewan ternak. Aplikasi monitoring suhu kambing dapat bekerja dengan baik dan dapat menerima informasi tergantung kecepatan internet.

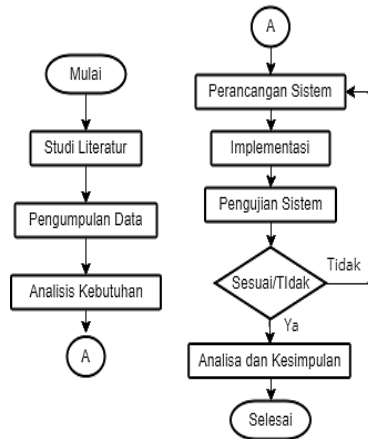
Penelitian selanjutnya pernah dilakukan mengenai pemantau hewan ternak di alam bebas berbasis *Internet of Things* (IoT) [10]. Penelitian ini menggunakan aplikasi android untuk mengamati kondisi berdasarkan perubahan nilai grafik hewan ternak. Sistem yang dibangun menggunakan parameter suhu, detak jantung dan lokasi. Sistem dapat menerima nilai dalam waktu kurang dari 10 detik sehingga *user* dapat mengetahui suhu dan denyut jantung untuk mengantisipasi kesehatan hewan ternak.

Selanjutnya penelitian yang pernah dilakukan mengenai monitoring perilaku hewan [11]. Pada penelitian ini ada beberapa sensor yang digunakan dalam membangun sebuah sistem untuk monitoring perilaku sapi. Sensor yang digunakan adalah pulse sensor, MOU-6050 sensor dan HW-484 sensor. Sistem ini menggunakan *database* sebagai penyimpanan pengukuran sensor yang kemudian akan ditampilkan di *website* sehingga dapat dilihat oleh pengguna secara *realtime*. Sistem ini juga menggunakan dua buah mikrokontroler yaitu Arduino Uno dan NodeMCU. Adapun parameter yang digunakan untuk menentukan perilaku sapi adalah detak jantung, suara, suhu dan gerak sapi. Penelitian ini dapat berjalan dengan baik dengan menggunakan parameter tersebut dan nilai pengukuran dapat dikirimkan ke dalam *database* dengan efektif.

Berdasarkan latar belakang dan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, maka dilakukan penelitian dengan judul “Sistem Pemantauan Kesehatan Kambing Berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kesehatan kambing secara *realtime* berdasarkan suhu tubuh dan detak jantung.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian sistem pemantauan kesehatan kambing berdasarkan suhu tubuh dan detak jantung memerlukan beberapa tahapan. Adapun tahapan yang dilakukan bertujuan untuk membentuk suatu sistem yang dapat berfungsi dengan baik berdasarkan data dan analisis kebutuhan yang dilakukan. Tahapan tersebut terdiri dari studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian sistem serta melakukan analisa dan kesimpulan. Adapun diagram alir dari metode penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini membangun suatu sistem pemantau kesehatan kambing berdasarkan suhu tubuh dan detak jantung. Adapun tahapan yang dilakukan berdasarkan gambar 1. Pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.1 Studi Literatur

Tahap pertama pada penelitian ini adalah studi literatur untuk memperoleh informasi dengan menggunakan buku, jurnal dan artikel yang berhubungan dengan objek penelitian sebagai literatur. Tahap studi literatur penelitian ini dilakukan dengan mencari informasi terkait suhu tubuh dan detak jantung normal pada kambing dan sensor-sensor yang diperlukan dalam membangun sistem pemantauan kesehatan kambing.

2.2.1 Kambing

Kambing merupakan salah satu jenis hewan ternak yang banyak dipelihara di Indonesia [1]. Kambing dapat dibedakan menjadi 4 jenis berdasarkan hasil produksi antara lain kambing pedaging, kambing bulu, kambing perah dan kambing dwiguna. Kambing pedaging dipelihara untuk menghasilkan daging untuk konsumsi, kambing bulu menghasilkan kambing untuk kerajinan tangan, kambing perah untuk menghasilkan susu, dan kambing dwiguna untuk menghasilkan susu dan daging [12]. Selain itu, ada beberapa keuntungan lain seperti dapat berkembang biak lebih cepat, daging memiliki protein hewani yang tinggi, modal kecil dan kotoran yang dapat dijadikan sebagai pupuk kandang [13].

2.2.2 Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 adalah sensor yang bekerja untuk mendeteksi terjadinya perubahan suhu pada sebuah objek sehingga mengubah nilai dari sensor. Sensor ini dapat mengukur suhu dari -55°C sampai dengan 125°C dengan tegangan sebesar 3-5V. sensor ini juga dapat mendeteksi dalam keadaan lembab maupun basah karena sensor ini bersifat tahan air [14].

2.2.3 Sensor MAX30102

Sensor MAX30102 adalah sensor yang bekerja dengan memantulkan cahaya ke permukaan kulit jari atau daun telinga. Lampu yang terdapat pada sensor akan menembus jaringan dan mengukur detak jantung menggunakan fotodetektor [15].

2.2.4 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan perangkat yang bersifat open source berbasis IoT. NodeMCU memiliki 17 pin GPIO dan tegangan sebesar 3.3V-5V. NodeMCU ini memiliki RAM sebesar 32KB+80KB dan flash memory hingga 16 MB [16].

2.2.5 Baterai 18650

Baterai merupakan salah satu komponen elektronika yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik sehingga dapat dijadikan sebagai sumber daya suatu perangkat. Baterai memiliki kapasitas yang bervariasi sehingga dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan perangkat. Komponen ini juga dapat mempermudah penggunaan perangkat karena daya yang disimpan dapat digunakan untuk menyalakan perangkat tanpa bantuan arus listrik [17].

2.2.6 Resistor

Resistor merupakan salah satu komponen elektronika yang digunakan untuk mengatur atau membatasi arus listrik pada rangkaian. Resistor ini memiliki nilai hambatan tertentu sesuai dengan keperluan rangkaian untuk membatasi dan menghambat aliran listrik pada rangkaian [18].

2.2.7 Laravel

Laravel merupakan sebuah *framework* atau kerangka kerja berbasis *open source*. Laravel dibangun dengan konsep yang sama dengan *framework* lain yaitu konsep MVC (*Model-View-Controller*) serta menggunakan bahasa PHP dalam proses pembuatan website. Selain itu laravel memiliki *tool* berupa *command line* bawaan yang bernama artisan. Artisan ini dapat membantu dalam pembuatan *controller*, *migrations* serta *model* [19].

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara terhadap 2 orang peternak kambing yaitu Bapak Reza di Sambas dan Bapak Abdul di Yogyakarta serta 1 orang dokter hewan yaitu Drh. Rany RS sebagai pakar. Penelitian ini juga memerlukan observasi langsung terhadap kambing yang sakit di peternakan Adi Wijaya yang berlokasi di Desa Madu Sari, Kecamatan Sungai Raya, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Data yang dikumpulkan meliputi data suhu tubuh dan detak jantung kambing.

2.3 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan meliputi objek yang akan diteliti dan tahap untuk melakukan analisis terhadap kebutuhan dalam membangun sistem baik perangkat keras maupun perangkat lunak.

2.3.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Kebutuhan perangkat keras meliputi komponen seperti sensor dan mikrokontroler yang digunakan untuk membangun sistem pemantauan kesehatan kambing. Adapun perangkat keras yang akan digunakan pada penelitian ini untuk membangun sistem adalah sebagai berikut:

- NodeMCU ESP8266
- NodeMCU ESP32
- Sensor DS18B20
- Sensor MAX30102
- Modul sensor DS18B20

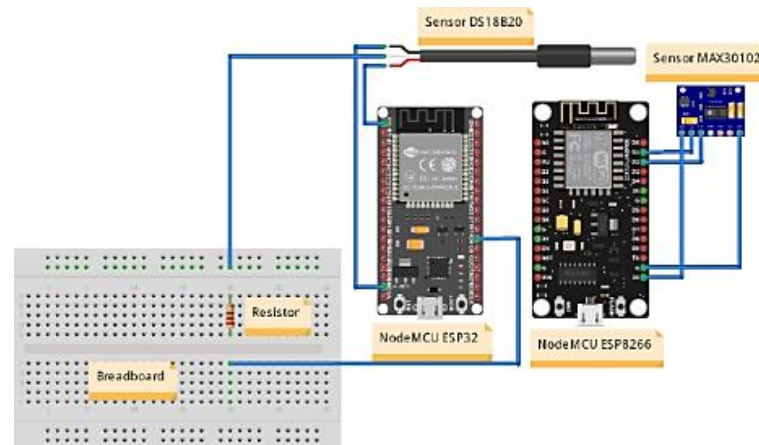
2.3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Kebutuhan perangkat lunak meliputi aplikasi yang dibutuhkan untuk membangun sistem. Adapun perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Visual Studio Code* sebagai *text editor*
- Bahasa pemrograman HTML dan *Javascript*
- Google Chrome sebagai *web browser*
- XAMPP sebagai *database*

2.4 Perancangan Sistem

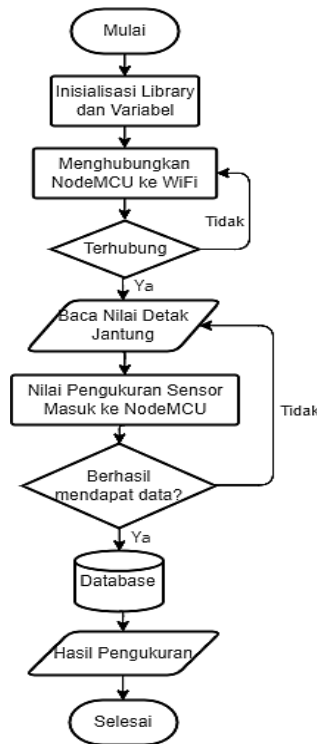
Perancangan sistem ini dilakukan untuk merancang sistem pemantauan berdasarkan data yang diperoleh dari proses pengumpulan data. Perancangan ini terbagi atas 2 antara lain perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras terdiri dari perancangan sistem pemantauan kesehatan kambing, perancangan sistem pembacaan suhu tubuh kambing dan perancangan sistem pembacaan detak jantung kambing. Adapun gambaran rancangan keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Keseluruhan Sistem

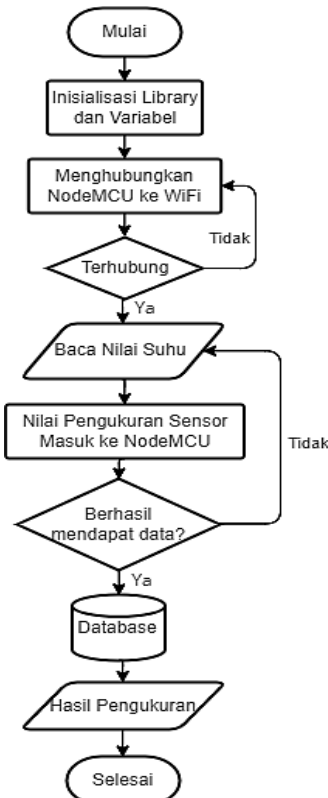
Sementara perancangan perangkat lunak terdiri dari pemrograman pada mikrokontroler menggunakan arduino IDE, perancangan antarmuka *website* dan perancangan sistem pada *website*. Perancangan perangkat

lunak pada mikrokontroler berfungsi untuk memasukkan algoritma ke dalam NodeMCU sehingga dapat menjalankan komponen yang terhubung dengan menggunakan *software* Arduino IDE. Adapun diagram alir kerja sistem NodeMCU ESP8266 dengan sensor detak jantung dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Kerja NodeMCU ESP8266 dan Sensor Detak Jantung

Selanjutnya penggunaan NodeMCU kedua untuk membaca pengukuran sensor suhu. NodeMCU yang digunakan pada sistem ini dihubungkan dengan sensor suhu DS18B20. Adapun diagram alir kerja sistem NodeMCU dengan sensor suhu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Kerja NodeMCU ESP32 dan Sensor Suhu

2.5 Implementasi

Tahap implementasi pada penelitian ini adalah tahap yang dilakukan setelah perancangan sistem sudah selesai dilakukan baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Implementasi dimulai dengan perakitan perangkat keras sesuai dengan perancangan yang sudah dilakukan dan melakukan pemrograman perangkat lunak hingga tampilan sesuai dengan yang diinginkan.

2.6 Pengujian

Tahap pengujian sistem dilakukan untuk menguji sistem yang sudah dibangun. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi dan fungsi-fungsi dari sistem yang sudah dibangun sesuai atau masih terdapat kesalahan. Untuk mendapatkan nilai akurasi maka diperlukan perhitungan galat dari tiap pengukuran. Pada penelitian ini perhitungan galat diperlukan untuk menghitung nilai akurasi dari hasil pengukuran sensor terhadap nilai yang sebenarnya. Nilai akurasi didapatkan berdasarkan hasil perhitungan dari galat relatif. Hasil galat relatif adalah perbandingan dari nilai galat absolut terhadap nilai sebenarnya (*true value*). Nilai galat absolut merupakan nilai selisih antara nilai sebenarnya (*true value*) dengan nilai hasil pengukuran yang dilakukan (*measured value*). Nilai galat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1) dan (2).

$$Ga = |xp - xs| \quad (1)$$

$$Gr = \frac{Ga}{xs} \times 100\% \quad (2)$$

Selanjutnya menghitung nilai akurasi sebagai acuan terhadap berhasilnya suatu metode dalam penelitian. Nilai akurasi diperoleh dengan nilai recovery yang dihitung dari kadar terukur dibagi dengan kadar diketahui dikalikan dengan 100% [20]. Sederhananya, nilai akurasi diperoleh dengan pengurangan 100% terhadap nilai pengukuran dan dikurangi dengan nilai sesungguhnya kemudian dibagi nilai sesungguhnya dikali 100%. Perhitungan akurasi dapat dilihat pada persamaan (3).

$$Na(\%) = 100 - (Gr) \quad (3)$$

Keterangan dari rumus diatas diantaranya *Ga* merupakan Galat Absolut, *Gr* merupakan Galat Relatif, *xp* merupakan Nilai Pengukuran, *xs* merupakan Nilai Sesungguhnya dan *Na* merupakan Akurasi. Tahap ini meliputi pengujian seluruh komponen dari sistem baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Jika sistem belum berjalan sesuai dengan perancangan yang dibangun sebelumnya, maka pengujian belum berhasil. Apabila sistem belum berhasil, maka akan melakukan analisis terhadap perancangan sebelumnya untuk menemukan kekurangan dari sistem. Jika sistem sudah berjalan dengan baik maka pengujian berhasil.

2.7 Kesimpulan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian yaitu dengan pembuatan kesimpulan terkait sistem yang sudah dibuat. Tahap ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan dari rumusan masalah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem

Implementasi perangkat keras sistem ini dibangun dengan menghubungkan komponen-komponen sesuai dengan kebutuhan sistem. Sedangkan implementasi perangkat lunak yaitu implementasi website. Sistem berfungsi untuk memantau kesehatan kambing dengan cara mengukur suhu dan detak jantung.

3.1.1 Implementasi Pengukuran Suhu Kambing

Implementasi perangkat keras sistem pemantau kesehatan kambing dapat dilihat pada Gambar 5. Sistem yang dibangun menggunakan alat dan bahan sesuai analisa kebutuhan yang dilakukan di tahap sebelumnya. Sistem ini menggunakan dua buah sensor dengan tipe dan fungsi yang berbeda, sensor detak jantung MAX 30102 dan sensor suhu DS18B20. Selain itu sistem ini menggunakan modul sensor DS18B20 yang berfungsi untuk menghubungkan sensor DS18B20 dengan NodeMCU ESP32 sehingga dapat membaca pengukuran dengan baik. Pembacaan sensor suhu DS18B20 pada penelitian ini menghasilkan nilai dalam derajat celsius ($^{\circ}\text{C}$). Pada penelitian ini sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu tubuh kambing sehingga dapat mengetahui apakah bersuhu normal atau tidak normal. Pengukuran dilakukan dengan mengikatkan alat pada badan kambing dan mengukur detak jantung serta suhu dengan menggunakan sensor yang terdapat pada alat. Sensor DS18B20 dimasukkan ke dalam dubur kambing untuk mendapatkan suhu yang lebih akurat ketika melakukan pengukuran. Hasil pengukuran tersebut akan dibandingkan dengan hasil pengukuran termometer yang berfungsi sebagai acuan apakah sensor dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Selanjutnya mengukur detak jantung kambing dengan menggunakan sensor MAX30102 yang dijepitkan ke bagian daun telinga kambing. Hasil pengukuran yang diperoleh sensor akan dibandingkan dengan hasil pengukuran stetoskop. Pengukuran menggunakan

stetoskop dibantu oleh mantri hewan yang ada di lokasi penelitian untuk dapat menghitung dan mendapatkan hasil yang akurat sehingga dapat diketahui apakah sensor dapat berfungsi dengan baik atau tidak.

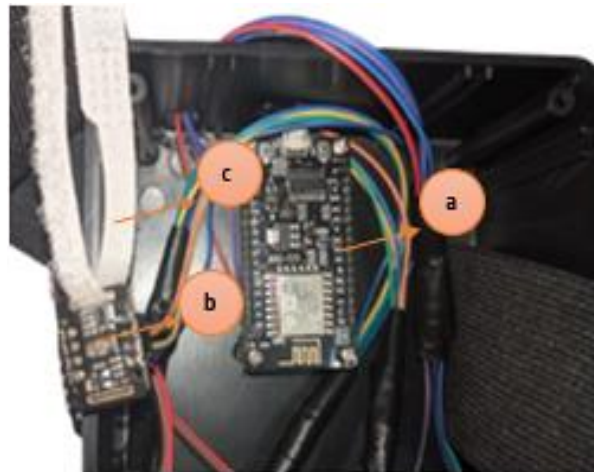


Gambar 5. Implementasi Pengukur Suhu

Berdasarkan gambar 5 diatas, a adalah NodeMCUESP32, b adalah Sensor DS18B20 dan c adalah Modul sensor DS18B20.

3.1.2 Implementasi Pengukuran Detak Jantung Kambing

Implementasi perangkat keras untuk pengukuran detak jantung kambing dapat dilihat pada Gambar 6. Pembacaan sensor detak jantung MAX30102 pada penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP8266. NodeMCU sebagai mikrokontroler akan menampung program yang dapat membantu detak jantung kambing saat melakukan pengukuran. Program yang dimasukkan akan menampilkan detak jantung dalam satuan detik per menit atau *beat per minute* (bpm). Pada penelitian ini sensor MAX30102 digunakan untuk mengukur detak jantung untuk mengetahui detak jantung normal atau tidak normal. Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan maka akan diketahui kondisi kesehatan kambing.

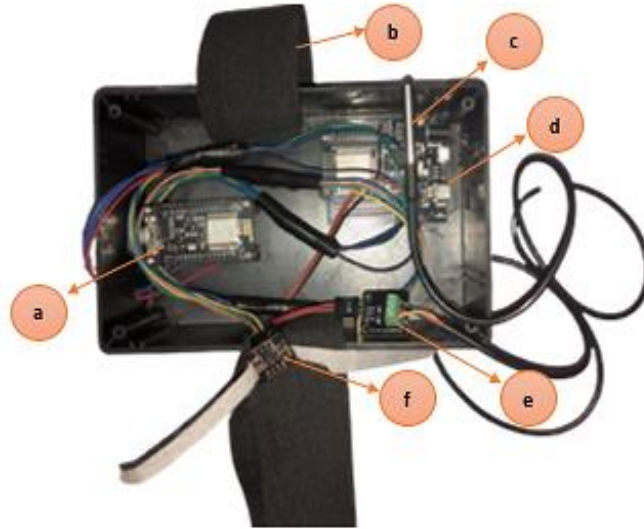


Gambar 6. Implementasi Pengukur Detak Jantung

Keterangan dari gambar 6 diatas yaitu bagian a merupakan NodeMCU ESP8266, b merupakan Sensor MAX30102 dan c merupakan Tali pengikat di telinga.

3.1.3 Implementasi Keseluruhan Sistem

Implementasi keseluruhan sistem merupakan gabungan dari pengukuran suhu dan pengukuran detak jantung. Pengukuran dilakukan secara bersamaan dan mendapatkan nilai pengukuran bersamaan. Sistem ini akan membaca pengukuran suhu dan detak jantung menggunakan sensor yang sudah digabungkan dengan NodeMCU. Sistem ini menggunakan NodeMCU sebagai pengendali sistem dalam melakukan pengukuran dan pengiriman nilai suhu dan detak jantung kambing. Nilai pengukuran akan dikirimkan langsung ke *website* dan nilai yang diperoleh bersifat *realtime*. Tujuan implementasi ini dilakukan untuk mengetahui apakah masih ada kekurangan di perancangan alat sehingga dapat diperbaiki sebelum melakukan pengujian. Apabila ada perancangan yang salah dan tidak memperoleh hasil yang diinginkan maka akan kembali melakukan perancangan alat sampai sistem memperoleh hasil pengukuran yang akurat. Adapun hasil implementasi keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 7.

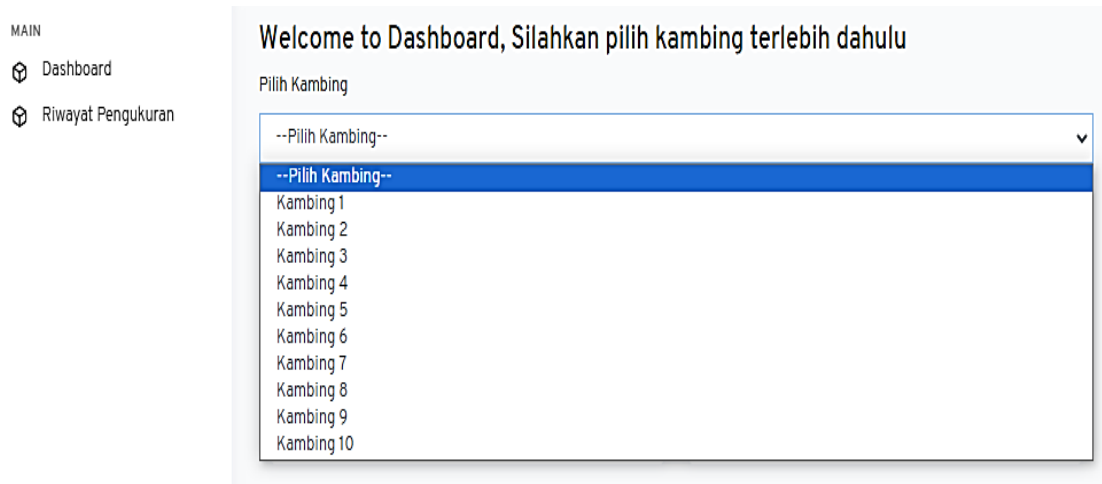


Gambar 7. Implementasi Keseluruhan Sistem

Keterangan dari gambar 7 diantaranya ada gambar bagian a yang menunjukkan NodeMCU ESP8266, b menunjukkan Tali pengait, c menunjukkan Sensor DS18B20, d menunjukkan NodeMCU ESP32 dan e menunjukkan Modul DS18B20.

3.1.4 Implementasi Antarmuka Website

Pada antarmuka *website* ini terdapat beberapa halaman yang berfungsi untuk menampilkan informasi kepada *user*. Halaman pada *website* terdiri dari *dashboard*, *button select*, riwayat pengukuran dan detail pengukuran. Halaman dashboard digunakan untuk menampilkan pengukuran yang dilakukan oleh sensor dan ditampilkan secara *realtime*. Halaman ini merupakan tampilan awal *website* ketika diakses oleh pengguna untuk menampilkan nilai pengukuran sensor. Selain itu halaman dashboard ini juga memuat satu *button select* yang berfungsi untuk memilih kambing serta *button simpan* untuk menyimpan data pengukuran suhu dan detak jantung. Fungsi *button select* ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Halaman *dashboard*

Halaman riwayat pengukuran merupakan halaman yang menampung data pengukuran sensor. Selain itu halaman ini juga akan menampilkan rincian berapa kali melakukan percobaan pengukuran terhadap kambing yang sama. Halaman ini berfungsi untuk melihat jumlah kambing yang sudah pernah melakukan pengukuran dan jumlah pengukuran di setiap kambing. Halaman riwayat pengukuran ini dapat dilihat pada Gambar 9. Pada Gambar 9. dapat dilihat terdapat dua *button* yaitu *detail* dan *hapus*. *Button detail* berfungsi untuk menampilkan detail pengukuran setiap kambing. Halaman ini akan menampilkan data-data pengukuran kambing sebanyak percobaan yang telah dilakukan dan ditampilkan di halaman riwayat pengukuran. Berbeda dengan tampilan di detail pengukuran, *button hapus data* pada halaman ini berfungsi untuk menghapus satu data pengukuran saja tanpa menghapus data pengukuran lainnya dari kambing yang sama.

DATA TABLE

Show 10 entries

| NO | NAMA KAMBING | SUHU | DETAJ JANTUNG | JUMLAH PENGUKURAN | TANGGAL | AKSI |
|----|--------------|-------|---------------|-------------------|---------------------|--|
| 1 | Kambing 1 | 42.00 | 90.00 | 15 Kali | 2024-01-07 13:06:08 | Detail Hapus |
| 2 | Kambing 2 | 42.00 | 90.00 | 4 Kali | 2024-01-07 13:09:27 | Detail Hapus |
| 3 | Kambing 3 | 42.00 | 90.00 | 7 Kali | 2024-01-09 10:22:03 | Detail Hapus |
| 4 | Kambing 4 | 42.00 | 90.00 | 5 Kali | 2024-01-07 12:59:53 | Detail Hapus |
| 5 | Kambing 5 | 35.00 | 80.00 | 4 Kali | 2024-01-06 13:58:22 | Detail Hapus |
| 6 | Kambing 6 | 35.00 | 80.00 | 1 Kali | 2024-01-06 12:03:10 | Detail Hapus |
| 7 | Kambing 7 | 42.00 | 82.00 | 2 Kali | 2024-01-07 12:55:00 | Detail Hapus |
| 8 | Kambing 8 | 42.00 | 90.00 | 1 Kali | 2024-01-07 13:08:40 | Detail Hapus |

Gambar 9. Halaman Riwayat Pengukuran

3.2 Pengujian dan Hasil

Pengujian pada penelitian ini terdiri dari 2 yaitu pengujian terhadap perangkat lunak dan pengujian terhadap perangkat keras.

3.2.1 Pengujian dan Pembacaan Sensor DS18B20

Pengujian pembacaan sensor DS18B20 ini dilakukan untuk mengukur suhu kambing serta mengetahui tingkat akurasi sensor. Adapun cara untuk mengetahui kemampuan pengukuran sensor DS18B20 ini adalah dengan percobaan mengukur suhu menggunakan termometer. Pengukuran ini dilakukan sebanyak 5 kali setiap 1 sampel pengukuran. Setelah pengukuran berhasil dilakukan, hasil pengukurannya akan dibandingkan antara pengujian sensor dengan pengujian menggunakan termometer. Hasil pengujian sensor ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu Menggunakan Sensor DS18B20 dan Termometer

| No | Pengukuran Suhu (°C) | | Galat | |
|-----------|----------------------|------------|---------------|-------------------|
| | Sensor DS18B20 | Termometer | Galat Absolut | Galat Relatif (%) |
| 1 | 32.0 | 32.3 | 0.3 | 0.928793 |
| 2 | 32.0 | 32.3 | 0.3 | 0.928793 |
| 3 | 32.0 | 32.3 | 0.3 | 0.928793 |
| 4 | 32.5 | 32.4 | 0.1 | 0.308641 |
| 5 | 32.5 | 32.7 | 0.2 | 0.611621 |
| 6 | 35.0 | 35.4 | 0.4 | 1.129944 |
| 7 | 35.0 | 35.4 | 0.4 | 1.129944 |
| 8 | 35.5 | 35.4 | 0.1 | 0.282486 |
| 9 | 35.5 | 35.4 | 0.1 | 0.282486 |
| 10 | 35.5 | 35.4 | 0.1 | 0.282486 |
| 11 | 36.0 | 36.4 | 0.4 | 1.098901 |
| 12 | 36.0 | 36.4 | 0.4 | 1.098901 |
| 13 | 36.0 | 36.4 | 0.4 | 1.098901 |
| 14 | 36.0 | 36.4 | 0.4 | 1.098901 |
| 15 | 36.5 | 36.4 | 0.1 | 0.274725 |
| 16 | 38.5 | 36.4 | 0.1 | 0.260417 |
| 17 | 38.5 | 38.4 | 0.1 | 0.260417 |
| 18 | 39.0 | 38.6 | 0.4 | 1.036269 |
| 19 | 39.0 | 38.6 | 0.4 | 1.036269 |
| 20 | 39.0 | 38.6 | 0.4 | 1.036269 |
| 21 | 41.5 | 41.9 | 0.4 | 0.954654 |
| 22 | 41.5 | 41.9 | 0.4 | 0.954654 |
| 23 | 41.5 | 41.9 | 0.4 | 0.954654 |
| 24 | 41.5 | 41.9 | 0.4 | 0.954654 |
| 25 | 42.0 | 41.9 | 0.4 | 0.238663 |
| Rata-rata | | | 0.28 | 0.766849 |

Galat absolut diperoleh dengan menggunakan rumus pada persamaan (1) dan galat relatif menggunakan persamaan (2). Hasil perhitungan galat absolut dan relatif dari tiap pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Setelah memperoleh nilai galat absolut dan relatif selanjutnya menghitung nilai akurasi sensor dengan menggunakan persamaan (3) maka diperoleh nilai akurasi sensor DS18B20 sebesar 99.23%.

3.2.2 Pengujian Pembacaan Sensor MAX30102

Pengujian pembacaan sensor MAX30102 ini dilakukan untuk mendeteksi detak jantung kambing serta mengetahui tingkat akurasi sensor. Nilai keluaran dari sensor ini menggunakan tipe data float dalam satuan bpm (beat per minute). Pengujian ini dilakukan secara bersamaan dengan meletakkan sensor dan stetoskop atau oximeter di bagian tubuh yang sama. Hasil pengujian sensor ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Detak Jantung Menggunakan Sensor MAX30102 dan Stetoskop serta Oximeter

| No | Pengukuran Detak Jantung (bpm) | | Galat | |
|-----------|--------------------------------|-----------|---------------|-------------------|
| | Sensor MAX30102 | Stetoskop | Galat Absolut | Galat Relatif (%) |
| 1 | 65 | 67 | 2 | 2.985075 |
| 2 | 63 | 64 | 1 | 1.5625 |
| 3 | 67 | 66 | 1 | 1.515152 |
| 4 | 78 | 76 | 2 | 2.631579 |
| 5 | 81 | 80 | 1 | 1.25 |
| 6 | 76 | 78 | 2 | 2.564103 |
| 7 | 84 | 82 | 2 | 2.439024 |
| 8 | 79 | 78 | 1 | 1.282051 |
| 9 | 80 | 79 | 1 | 1.265823 |
| 10 | 89 | 87 | 2 | 2.298851 |
| 11 | 86 | 82 | 4 | 4.878049 |
| 12 | 73 | 74 | 1 | 1.351351 |
| 13 | 102 | 99 | 3 | 3.030303 |
| 14 | 97 | 98 | 1 | 1.020408 |
| 15 | 124 | 120 | 4 | 3.333334 |
| Rata-rata | | | 1.87 | 2.227174 |

Galat absolut diperoleh dengan menggunakan rumus pada persamaan (1) dan galat relatif menggunakan persamaan (2). Hasil perhitungan galat absolut dan relatif dari tiap pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2. Setelah memperoleh nilai galat absolut dan galat relatif selanjutnya menghitung nilai akurasi sensor dengan menggunakan persamaan (3) maka diperoleh nilai akurasi sensor MAX30102 sebesar 97.77%.

3.2.3 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem ini merupakan proses pengujian seluruh komponen rangkaian, pengiriman dan penyimpanan data di database serta tampilan di website. Sistem dirangkai dengan baik kemudian menguji seluruh sistem untuk mendapatkan data yang diinginkan. Pengujian keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini dilakukan di peternakan Bapak Adi Wijaya yang berlokasi di Desa Madu Sari, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Penelitian ini juga dibantu oleh peternak dan mantri hewan di desa tersebut. Adapun hasil pengujian keseluruhan sistem dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

| No | Suhu (°C) | Termometer | Selisih | Detak Jantung (bpm) | Stetoskop | Selisih | Keterangan |
|----|-----------|------------|---------|---------------------|-----------|---------|-------------|
| 1 | 39.0 | 39.3 | 0.3 | 68 | 69 | 1 | Tidak sehat |
| 2 | 39.0 | 39.4 | 0.4 | 72 | 73 | 1 | Sehat |

| No | Suhu (°C) | Termometer | Selisih | Detak Jantung (bpm) | Stetoskop | Selisih | Keterangan |
|----|-----------|------------|---------|---------------------|-----------|---------|-------------|
| 3 | 40.0 | 39.8 | 0.2 | 78 | 77 | 1 | Sehat |
| 4 | 42.0 | 41.9 | 0.1 | 78 | 79 | 1 | Tidak sehat |
| 5 | 42.0 | 42.1 | 0.1 | 81 | 80 | 1 | Tidak sehat |
| 6 | 42.5 | 42.3 | 0.2 | 79 | 81 | 2 | Tidak sehat |
| 7 | 40.0 | 40.2 | 0.2 | 73 | 74 | 1 | Sehat |
| 8 | 42.0 | 41.9 | 0.1 | 88 | 89 | 1 | Tidak sehat |
| 9 | 39.0 | 39.1 | 0.1 | 71 | 73 | 2 | Sehat |
| 10 | 41.5 | 41.7 | 0.2 | 89 | 90 | 1 | Tidak sehat |
| 11 | 38.0 | 38.1 | 0.1 | 80 | 81 | 1 | Sehat |
| 12 | 39.0 | 38.9 | 0.1 | 71 | 73 | 2 | Sehat |
| 13 | 40.0 | 40.2 | 0.2 | 73 | 74 | 1 | Sehat |
| 14 | 42.0 | 42.1 | 0.1 | 89 | 90 | 1 | Tidak sehat |
| 15 | 39.0 | 39.3 | 0.3 | 71 | 72 | 1 | Sehat |
| 16 | 42.0 | 42.2 | 0.2 | 88 | 89 | 1 | Tidak sehat |
| 17 | 40.0 | 39.9 | 0.1 | 73 | 71 | 2 | Sehat |
| 18 | 40.5 | 40.4 | 0.1 | 78 | 79 | 1 | Sehat |
| 19 | 39.5 | 39.6 | 0.1 | 65 | 67 | 2 | Tidak sehat |
| 20 | 39.5 | 39.3 | 0.2 | 68 | 69 | 1 | Tidak sehat |
| 21 | 39.5 | 39.6 | 0.1 | 72 | 73 | 1 | Sehat |
| 22 | 40.0 | 40.2 | 0.2 | 73 | 75 | 2 | Sehat |
| 23 | 42.5 | 42.6 | 0.1 | 79 | 80 | 1 | Tidak sehat |
| 24 | 38.5 | 38.7 | 0.2 | 74 | 75 | 1 | Sehat |
| 25 | 40.5 | 40.6 | 0.1 | 78 | 76 | 2 | Sehat |
| 26 | 39.0 | 39.2 | 0.2 | 79 | 81 | 2 | Sehat |
| 27 | 42.5 | 42.6 | 0.1 | 78 | 79 | 1 | Tidak sehat |
| 28 | 38.0 | 38.2 | 0.2 | 80 | 82 | 2 | Sehat |
| 29 | 39.0 | 39.3 | 0.2 | 71 | 73 | 2 | Tidak sehat |
| 30 | 41.5 | 41.4 | 0.1 | 89 | 90 | 1 | Tidak sehat |

Berdasarkan Tabel 4. Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali terhadap kambing yang berbeda. Sistem dapat mendeteksi kondisi kesehatan kambing berdasarkan suhu tubuh dan detak jantung kambing yang diperoleh sensor. Sistem ini juga dapat mengeluarkan *output* sehat jika suhu tubuh dan detak jantung bernilai normal. *Output* yang diperoleh oleh sistem berdasarkan data pada Tabel 3.

3.3 Pembahasan

Penelitian ini membangun sebuah sistem yang dapat menentukan kondisi kesehatan kambing berdasarkan suhu tubuh dan detak jantung kambing. Penelitian ini menggunakan 2 buah NodeMCU dengan fungsi yang berbeda. NodeMCU pertama yaitu NodeMCU ESP32 yang dihubungkan dengan sensor suhu untuk membaca nilai pengukuran suhu tubuh kambing. Sedangkan NodeMCU kedua adalah NodeMCU ESP8266 yang dihubungkan dengan sensor MAX30102 untuk membaca nilai pengukuran detak jantung kambing. Data pengukuran yang dilakukan oleh NodeMCU akan ditampilkan di *website*. Data tersebut akan dikirimkan ke *database MySQL* dengan menggunakan koneksi WiFi. Data pengukuran kemudian akan ditampilkan di *dashboard website* secara *realtime*, pada saat proses menyimpan hasil pengukuran dan menampilkan jenis penyakit.

Pengujian pada pengukuran suhu dengan menggunakan sensor DS18B20 menggunakan 5 sampel dan diukur sebanyak 5 kali di setiap sampel yang berbeda. Total pengujian sensor suhu ini dilakukan sebanyak 25 kali dengan nilai akurasi sensor DS18B20 sebesar 99.23%. Hasil pengujian perbandingan pembacaan antara sensor suhu dan termometer memiliki nilai galat yang rendah karena hasil pengukuran sensor mendekati pembacaan nilai yang sebenarnya.

Pengujian pada pengukuran detak jantung dengan menggunakan sensor MAX30102 menggunakan 5 sampel dan diukur sebanyak 5 kali di setiap sampel yang berbeda. Total pengujian sensor detak jantung ini dilakukan sebanyak 15 kali dengan nilai akurasi sensor MAX30102 sebesar 97.77%. Hasil pengujian perbandingan pembacaan antara sensor detak jantung dan stetoskop memiliki galat yang rendah karena hasil pengukuran sensor mendekati nilai yang sebenarnya.

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan secara bersamaan antara sensor dan *website* yang sudah dibangun. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30 kali terhadap kambing yang berbeda. Sistem akan menampilkan suhu dan detak jantung yang diperoleh sensor melalui mikrokontroler di *website* sehingga dapat dilihat oleh pengguna. Sistem akan menampilkan kondisi kesehatan kambing jika sehat maupun tidak sehat berdasarkan suhu tubuh dan detak jantung yang diperoleh dari sensor. Berdasarkan pengujian yang dilakukan sebanyak 30 kali sistem dapat mengukur suhu tubuh dan detak jantung dengan baik. Nilai akurasi pada sistem juga dipengaruhi dengan galat pengukuran sensor serta pengukuran yang dilakukan di tempat yang terang sehingga mengganggu infrared yang ada pada sensor.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan data pengukuran suhu dan detak jantung pada penelitian ini diperoleh dari sensor DS18B20 dan sensor MAX30102. Penentuan jenis penyakit dengan menggunakan suhu tubuh dan detak jantung merupakan solusi dari permasalahan terkait pemantauan kesehatan kambing. Sistem ini dapat memudahkan peternak untuk mengetahui suhu tubuh dan detak jantung serta jenis penyakit tanpa melakukan pengukuran secara manual. Sistem ini dapat membantu para peternak untuk memberikan penanganan dini terhadap penyakit yang dialami kambing. Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan sebanyak 25 kali pengukuran terhadap 5 sampel yang berbeda. Berdasarkan pengujian yang dilakukan nilai akurasi sensor DS18B20 sebesar 99.23%. Sementara pengujian sensor MAX30102 dilakukan sebanyak 15 kali pengukuran terhadap 5 sampel yang berbeda. Berdasarkan pengujian yang dilakukan nilai akurasi sensor MAX30102 sebesar 97.77%. Hasil keluaran pengukuran dilakukan sebanyak 30 kali dengan melakukan pengukuran terhadap kambing yang berbeda dan kondisi kesehatan yang berbeda. Pengukuran pada sensor memiliki selisih yang relatif rendah jika dibandingkan dengan alat ukur. Selisih tersebut terjadi karena faktor eksternal yang mana pengukuran dilakukan di luar ruangan sehingga mengganggu pembacaan sensor. Selain itu pengukuran juga dipengaruhi dengan galat pengukuran sensor yang diperoleh sebelumnya. Galat sensor suhu DS18B20 sebesar 0.77% dan galat sensor detak jantung MAX30102 sebesar 2.23%. Sistem ini dapat digunakan dengan baik berdasarkan data yang didapatkan pada pengumpulan data yang tepat. Oleh karena itu, pemantauan sistem ini telah berhasil menentukan kondisi kesehatan kambing berdasarkan suhu tubuh dan detak jantung.

REFERENCES

- [1] N. T. M. B. Kabeakan, M. Alqamari dan M. Yusuf, "Pemanfaatan Teknologi Fermentasi Pakan Komplet Berbasis Hijauan Pakan untuk Ternak Kambing," *IHSAN: Jurna Pengabdian Masyarakat*, vol. 2, no. 2, pp. 196-203, 2020.
- [2] J. A. Munawar, A. Nurzamin, R. A. Nurrohmah, Rofii dan Rosikin, *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan (Livestock and Animal Health Statistics)*, Jakarta: Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2021.
- [3] M. M. P. Sirat, M. Hartono, P. E. Santosa, R. Ermawati, Siswanto, F. Setiawan, K. D. A. C. Wijaya, S. W. Rahma dan S. T. Fatmawati, "Penyuluhan Manajemen Kesehatan, Reproduksi, Sanitasi Kandang, dan Pengobatan Massal Ternak Kambing," *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 7, no. 3, pp. 303-313, 2021.
- [4] A. A. Setiawan, Erwanto, M. Hartono dan A. Qisthon, "Pengaruh Manipulasi Iklim Kandang Melalui Pengkabutan Terhadap Respon Fisiologis Dan Ketahanan Panas Kambing Sapera Dan Peranakan Ettawa," *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)*, vol. 5, no. 1, pp. 64-69, 2021.
- [5] Marsudi, N. Ali, D. U. Fahrodi, Suhartina dan T. D. Khaliq, "Pembuatan Ransum Komplit Berbasis Limbah Tanaman Pangan: Peningkatan Produktivitas dan Kesehatan Kambing di Desa Tandasura Kabupaten Polman," *Prosiding Seminar Nasional Cendekia Peternakan (SENACENTER)*, vol. 1, no. 1, pp. 172-177, 2022.
- [6] Y. Z. Sumarno, S. Sumaryo dan N. Prihatiningrum, "Desain dan Implementasi Sistem Monitoring Kesehatan Ternak Domba Berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung Berbasis IoT," *TESLA*, vol. 25, no. 1, pp. 25-36, 2023.
- [7] F. W. Siddhi, B. Rahmat dan S. N. Hetiana, "Sistem Monitoring Kesehatan Sapi dengan Metode Waterfall Melalui Internet of Things," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 8, no. 6, pp. 3952-3961, 2022.
- [8] A. J. P. A. Putera, B. Rahmat dan S. N. Hetiana, "Monitoring Kesehatan Sapi Melalui Aplikasi Mobile Berbasis Android," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 8, no. 6, pp. 3300-3310, 2022.
- [9] M. Faishol, "Rancangan Bangun Monitoring Suhu Kambing di Peternakan BRR Farm dengan Internet of Things (IOT)," *Jurnal Studi Sains dan Teknik (JSSTEK)*, vol. 1, no. 1, pp. 57-66, 2023.
- [10] G. H. Wibowo, M. D. Ayatullah dan J. A. Prasetyo, "Sistem Cerdas Pemantau Hewan Ternak pada Alam Bebas Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Eltek*, vol. 17, no. 2, pp. 18-31, 2019.
- [11] C. S. D. Putra, G. A. Mutiara dan M. R. Alfarisi, "Internet of Things Untuk Monitoring Perilaku Hewan Ternak Menggunakan Mysql," *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 9, no. 6, pp. 3035-3041, 2023.
- [12] N. Arisani, S. Wulandari, Nurkholis dan T. M. Syahniar, "Perbandingan Produktivitas Kambing Peranakan Etawa dan Kambing Senduro," *The 3rd National Conference of Applied Animal Science 2022*, vol. 3, pp. 53-61, 2022.
- [13] H. Purnama, *Analisis Keuntungan dan Break Even Point Usaha Ternak Kambing Etawa*, Makassar: Universitas Muhammadiyah Makassar, 2020.
- [14] R. N. Ikhsan dan N. Syafitri, "Pemanfaatan Sensor Suhu DS18B20 sebagai Penstabil Suhu Air Budidaya Ikan Hias," *Prosiding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi dan Otomatisasi SNETO*, pp. 18-26, 2021.
- [15] Z. B. Anwar, A. Widodo, N. Kholis dan Nurhayati, "Sistem Monitoring Pasien Isolasi Mandiri Covid-19 Berbasis Internet of Things," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 10, no. 3, pp. 689-697, 2021.

- [16] A. B. P. Manullang, Y. Saragih dan R. Hidayat, "Implementasi NodeMCU ESP8266 dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis IoT," JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika, vol. 4, no. 2, pp. 163-170, 2021.
- [17] F. A. Perdana, "Baterai Lithium," INKUIRI: Jurna Pendidikan IPA, vol. 9, pp. 103-109, 2020.
- [18] Desmira, D. Aribowo, G. Priyogi dan S. Islam, "Aplikasi Sensor LDR (Light Dependent Resistor) untuk Efisiensi Energi pada Lampu Penerangan Jalan Umum," PROSISKO, vol. 9, no. 1, pp. 21-29, 2022.
- [19] D. Aipina dan H. Witriyono, "Pemanfaatan Framework Laravel dan Framework Bootstrap pada Pembangunan Aplikasi Penjualan Hijab Berbasis Web," Jurnal Media Infotama, vol. 18, no. 1, pp. 36-42, 2022.
- [20] Muryanto, "Validasi Metode Analisa Amonia pada Air Tanah Menggunakan Metode Spektrofometri," Indonesian Journal of Laboratory, vol. 2, no. 2, pp. 40-44, 2020.
- [21] M. N. Z. Zaki, C. Setianingsih dan R. E. Saputra, "Monitoring Stup Lebah Madu Berbasis Internet of Things Monitoring of Honey Bee Stup Based on a Internet of Things," e-Proceeding of Engineering, vol. 10, no. 1, pp. 507-514, 2023.
- [22] F. Ariani, Marpitalia, Erlangga dan Yulfriwini, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Ayam Broiler dengan Metode Forward Chaining," Sistem Informasi, vol. 9, pp. 27-32, 2019.
- [23] R. Y. P. Hutasoit, Rahmaddeni, Erlin dan M. K. Anam, "Implementasi Metode Forward Chaining untuk Identifikasi Penyakit Kulit dan Alternatif Penanganannya," INOVTEK Polbeng - Seri Informatika, vol. 6, no. 1, pp. 90-104, 2021.
- [24] A. B. P. Manullang, Y. Saragih dan R. Hidayat, "Implementasi NodeMCU ESP8266 dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis IoT," JIRE (Jurna Informatika & Rekayasa Elektronika.