

Internet Of Things Untuk Monitoring Perilaku Hewan Ternak Menggunakan Mysql

1st Calvin Satria Dewangga Putra H
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

calvinn@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Giva Andriana Mutiara
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

givamz@telkomuniversity.ac.id

3rd Muhammad Rizqy Alfarisi
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

mrizkyalfarisi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Bidang peternakan merupakan kegiatan yang berperan penting dalam pembangunan nasional. Salah satu yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan penting dalam kehidupan masyarakat di Indonesia adalah ternak sapi. Namun dengan adanya pertumbuhan laju pertumbuhan populasi manusia yang tinggi tidak diikuti oleh laju pertumbuhan populasi sapi potong tersebut. Proyek akhir ini menyajikan perancangan dan implementasi sebuah prototype yang memiliki kemampuan untuk melakukan monitoring perilaku pada sapi. Monitoring perilaku sapi ini berbasis IoT dengan menggunakan Pulse sensor, MPU-6050 sensor dan HW-484 sensor. Ketiga sensor mengirimkan data ke MySQL yang berupa databases lalu dilanjutkan ke aplikasi website dengan menggunakan Bootstrap. Sistem ini diuji dengan skenario yaitu pengiriman data dari sensor diterima ke databases memiliki keterlambatan waktu selama 3 detik lalu untuk keterlambatan waktu pengambilan data dari databases menuju grafik pada aplikasi web sekitar 3 detik. Pengguna juga mudah mengakses aplikasi web dengan adanya masuk dengan akun serta pembacaan grafik yang mudah. Penelitian ini bertujuan memudahkan para peternak sapi untuk memantau kesehatan serta perilaku dari sapi tersebut. Selain itu juga penelitian ini dapat berguna dari sisi pengembangan ilmu di bidang aplikasi teknologi informasi.

Kata kunci—Sistem Monitoring, Aplikasi Web, IoT

I. PENDAHULUAN

Teknologi dan ilmu pengetahuan terus berkembang dengan pesat, membawa harapan untuk mempermudah penyelesaian berbagai permasalahan. Salah satu aspek penting adalah bidang peternakan, terutama sapi potong yang memiliki nilai ekonomis tinggi di Indonesia. Namun, pertumbuhan populasi sapi tidak sejalan dengan pertumbuhan populasi manusia, menyebabkan keterbatasan pasokan daging sapi. Sistem tradisional pemeliharaan sapi dengan melepas ternak di alam bebas juga menimbulkan risiko terhadap kesehatan sapi.

Masalah yang muncul adalah kurangnya pengawasan terhadap kondisi sapi, mengakibatkan sulitnya mendeteksi perubahan perilaku atau kesehatan sapi secara efisien. Diperlukan suatu solusi untuk memudahkan pemantauan sapi melalui internet.

Alat pendeteksi yang dikembangkan bertujuan untuk membangun prototype sederhana untuk memantau perilaku

sapi dengan parameter suhu, detak jantung, suara, dan gerak. Selain itu, akan diciptakan sistem monitoring berupa aplikasi web yang mampu menampilkan hasil pengukuran dengan cara yang mudah dipahami.

Penelitian ini memiliki beberapa batasan untuk memfokuskan hasilnya. Penggunaan mikrokontroler terbatas pada Arduino UNO dan NodeMCU. Sensor yang digunakan meliputi Pulse Sensor untuk detak jantung, HW-484 untuk suara, serta MPU6050 untuk suhu dan gerak. Alat ini dirancang untuk satu ekor sapi saja dan hanya menentukan perilaku dari parameter yang diukur, tidak memeriksa penyakit pada sapi. Aplikasi web hanya dapat diakses melalui jaringan publik.

II. KAJIAN TEORI

A. Sensor Detak Jantung

Sensor detak jantung adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur detak jantung yang dirancang untuk Arduino. Sensor detak jantung dipasang di cuping telinga sapi karena tekanan darah pada titik tersebut seringkali lebih tinggi daripada bagian tubuh lainnya. Karena itu sensor detak jantung sangat dibutuhkan untuk mengukur denyut jantung pada sapi karena denyut jantung sapi yang normal berkisar antara 50 sampai 80 kali per detik. Pulse heart rate sensor pada dasarnya menggunakan prinsip kerja photoplethysmography, dimana merupakan metoda optis yang relatif sederhana dan murah untuk mendeteksi secara non-invasive perubahan volume darah setiap jantung berdetak pada jaringan pembuluh darah.

B. MPU-6050

MPU-6050 sendiri adalah chip dengan 3-axis gyrometer(sensor percepatan) dan 3-axis Gyroscope(pengatur keseimbangan), atau dengan kata lain 6 degrees of freedom (DOF). Selain itu, MPU-6050 sendiri sudah memiliki Digital Motion Processors(DMP), yang akan mengolah data mentah dari masing-masing sensor. Sejumlah data tersebut akan diolah menjadi data dalam bentuk quaternions(4 Dimensi). DMP pada MPU6050 juga berfungsi meminimalisasi error yang dihasilkan.

C. HW-484

sensor HW-484 seri LM386 sebagai masukan getaran suara (input). Getaran suara selanjutnya akan diproses dan ditampilkan nilai ADC pada serial monitor. Bersama dengan munculnya nilai pada monitor serial, menghasilkan keluaran suara [9]. Sensor HW-484 sendiri tidak hanya dapat digunakan sebagai sensor suara melainkan juga sensor api, namun pada penelitian kali ini penggunaan sensor HW-484 hanya digunakan untuk menghasilkan keluaran suara saja.

D. NodeMCU

NodeMCU merupakan sebuah platform IoT yang memiliki ukuran yang kecil dengan panjang 5cm dan lebar 2.5cm dan memiliki berat hanya sekitar 7 gram. Penulis menggunakan board ini karena modelnya yang simple dan telah mendukung fitur wifi. Node MCU sudah support dengan software Arduino IDE hanya dengan menambahkan board pada board manager pada software Arduino IDE. NodeMCU Dev Kit/board terdiri dari Chip berkemampuan wifi ESP8266. ESP8266 adalah chip Wi-Fi berbiaya rendah yang dikembangkan oleh Espressif Systems dengan protokol TCP/IP.

E. Arduino UNO

Arduino UNO adalah sebuah mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino uno adalah sebuah platform yang berasal dari Italia. Arduino mempunyai 14 pin digital input atau output. Arduino uno juga dapat dikatakan sebagai platform yang bersifat open source. Arduino uno memiliki 6 input analog, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack dan sebuah tombol reset. Arduino UNO sendiri merupakan mikrokontroler yang mudah dikoneksi ke komputer dan juga NodeMCU dengan menggunakan pin TX dan RX.

F. REST API

Representational State Transfer Application Programming Interface atau REST API merupakan sebuah fungsi dan sekumpulan sumber daya yang dijalankan ketika fungsi tersebut dipanggil kemudian mengembalikan sumber daya yang diminta melalui protokol HTTP. REST API memiliki beberapa komponen yaitu parameter jalur yang berfungsi sebagai elemen yang mengidentifikasi sistem, parameter kueri yang berisi sekumpulan instruksi untuk mengambil data dari pangkalan data, dan parameter tajuk atau header yang berisi pengenalan dari sebuah protokol HTTP untuk membedakan permintaan satu dengan yang lain.

G. Database MySQL

MySQL merupakan Relational Database Management System (RDBMS) atau jenis sistem pengelola database yang menjelaskan hubungan antar tabel dengan kelebihan yaitu memiliki performa tinggi, yang dibangun berdasarkan arsitektur klien-server .

MySQL ditemukan pada tahun 1995 oleh Swedes David Axmark, Allan Larson, dan Finland Swede Michael Monty Widenius di kota Swedia. MySQL juga merupakan teknologi open source dan terbuka untuk umum sehingga banyak penyedia layanan hosting memiliki teknologi database dengan MySQL termasuk di dalamnya.

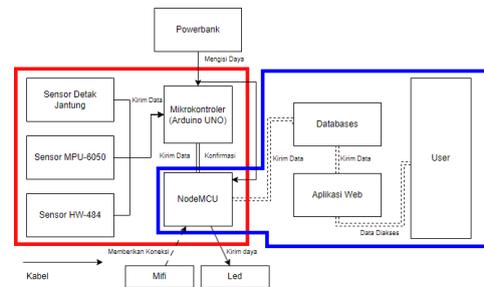
H. Kalman Filter

Kalman filter adalah salah satu metode yang dapat diterapkan pada metode pasif. Kalman filter merupakan estimator yang sangat efektif dalam mengestimasi state dinamika sistem yang melibatkan white noise. Kalman filter dapat menghilangkan noise dari suatu sinyal yang mengandung informasi dan mengambil informasi tersebut untuk diproses lebih lanjut.

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

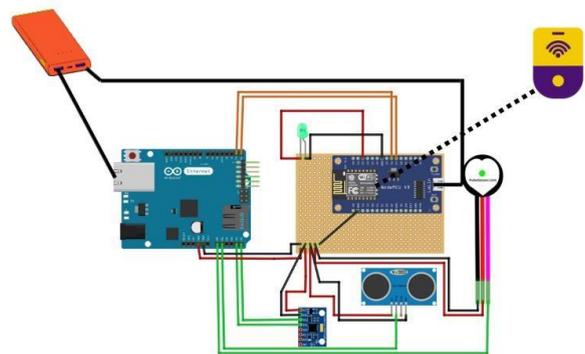
A. Gambaran Sistem Usulan

Proses pengontrolan sapi secara otomatis menggunakan sensor sensor dan peralatan lainnya. Data yang didapat melalui sensor akan secara otomatis masuk ke dalam databases dan ditampilkan pada web monitoring. Peternak dapat melihat secara realtime pengukuran hasil melalui web monitoring tersebut. Sensor yang digunakan pada proyek akhir ini adalah sensor detak jantung, sensor suara HW-484 dan sensor gyro MPU-6050. Setelah data sapi didapat oleh sensor lalu dikirimkan ke mikrokontroler berupa Arduino UNO dan selanjutnya mikrokontroler mengirimkan data sensor melalui modul NodeMCU yang terkoneksi ke jaringan.



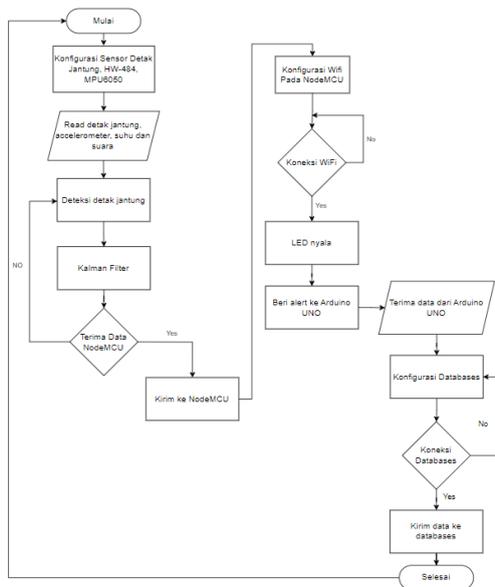
GAMBAR 1 Blok Diagram

B. Perancangan Sistem



GAMBAR 1 Perancangan Hardware

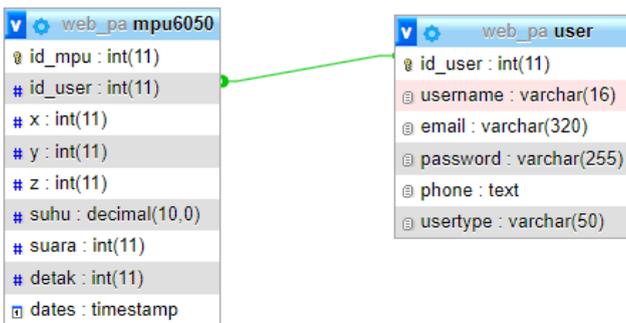
Pada gambar perancangan hardware diatas menggambarkan Arduino UNO yang berfungsi sebagai pusat kontrol. Adapun sensor yang digunakan yaitu sensor detak jantung, sensor suara HW-484 dan sensor gyrometer MPU6050. Sementara perangkat pendukung lainnya menggunakan NodeMCU, powerbank, MIFI, kabel dan led.



GAMBAR 2 Flowchart Program Hardware

Flowchart di atas dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian mikrokontroler dan NodeMCU. Pada bagian Mikrokontroler menggambarkan mekanisme jalannya mikrokontroler dan sensor yang menempel pada tubuh sapi. Sensor detak jantung, sensor *gyrometer* MPU6050 dan sensor suara HW484 pada sistem ini mempunyai standar yang sudah ditentukan sistem, pembacaan sensor dilakukan pertama kali, setelah itu pembacaan diberikan filter menggunakan Kalman filter. Nilai dari semua sensor akan keluar apa bila detak jantung telah terdeteksi. NodeMCU akan mengirimkan data sebagai bentuk kesiapan menerima data sensor yang telah dilakukan. Setelah data sudah dikirim maka data akan diproses oleh NodeMCU.

Pada bagian kedua merupakan mekanisme jalannya NodeMCU yang tersambung pada mikrokontroler. NodeMCU akan melakukan koneksi ke wifi portable. Jika NodeMCU berhasil terkoneksi maka lampu led akan menyala, jika tidak dapat terkoneksi maka NodeMCU akan terus mencoba sampai terkoneksi. Setelah berhasil terkoneksi maka NodeMCU akan mengirimkan data ke mikrokontroler sebagai tanda jika NodeMCU sudah siap menerima data. Data tersebut akan dikonfigurasi oleh NodeMCU agar dapat dikirim ke databases. NodeMCU akan melakukan koneksi ke databases dan mengirimkan data yang telah dikonfigurasi. Data sensor akan dikirim setiap 2 detik sekali.



GAMBAR 3 Diagram ER Database

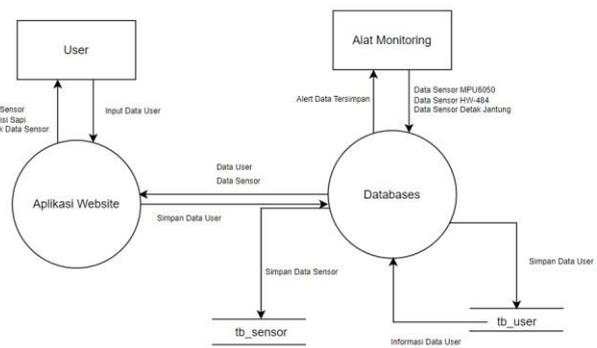
Pada diagram di atas dijelaskan bahwa di dalam satu database terdapat dua tabel yaitu tabel *user* yang memiliki 6 atribut yaitu *id_user*, *username*, *email*, *password*, *phone* dan *usertype*. Pada tabel *user* digunakan untuk *login* dan *register* pada aplikasi web. Sementara pada tabel sensor terdapat 7 atribut yaitu *id_mpu*, *suhu*, *detak*, *dates* dan *xyz* sebagai *gyrometer*. Masing masing dari pembacaan sensor memiliki data berbeda dikarenakan lokasi sensor yang berbeda beda. Sementara pada *dates* digunakan sebagai penanda waktu untuk grafik yang akan ditampilkan pada aplikasi web.

Setelah dibuat diagram maka selanjutnya data dari tabel sensor akan dikeluarkan pada aplikasi web berupa kondisi serta grafik dari data sensor tersebut. Pembuatan grafik aplikasi web dengan bantuan *jquery*. *jQuery* sendiri merupakan alat bantu pembuatan grafik yang telah disediakan.



GAMBAR 4 Diagram DFD Level 0

Pada sistem ini merupakan DFD level 0. *user* yang dapat memasukkan data berupa data *user* bisa melihat data nilai sensor. Kemudian pada bagian mikrokontroler bertugas mengirimkan data sensor yang telah didapatkan dan menerima alert jika data telah tersimpan. Pada bagian sistem didalamnya terdapat databases serta aplikasi *website* yang telah dibuat.



GAMBAR 5 Diagram DFD Level 1

Pada sistem ini merupakan DFD level 1 terdapat *user* yang dapat memasukkan data berupa data *user* bisa melihat data nilai sensor pada aplikasi *website*. Aplikasi *website* mengirim data *user* serta mengambil data *user* dan juga data sensor pada databases. Kemudian pada bagian alat monitoring bertugas mengirimkan data sensor yang didapatkan pada sapi dan alat monitoring menerima data tersimpan.

IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

A. Implementasi

Dalam purwarupa alat pada tugas akhir, implementasi menggunakan satu ekor sapi. Sapi tersebut berfungsi sebagai media untuk pengecekan sistem yang dibuat. Alat yang dibangun diletakkan pada leher bagian atas dengan

menggunakan sabuk untuk meletakkan arduino uno, nodemcu(ESP8266), MIFI, *powerbank*, sensor detak jantung, sensor gerak (MPU6050) dan sensor suara(HW-484). Sensor detak jantung ditempel pada bagian telinga sapi dan sensor gerak serta sensor suara ditempel di bawah mulut sapi.



GAMBAR 7
Purwarupa Alat

Dalam purwarupa *website* pada tugas akhir ini menggunakan bahasa pemrograman HTML,CSS dan php. Purwarupa *website* ini berfungsi untuk menerima pemantauan detak jantung, suara dan detak jantung secara otomatis serta adapun fitur tambahan seperti *login*, *user* seting dan berita tentang sapi. Tampilan gambar *website* yang dibuat adalah sebagai berikut.



GAMBAR 8
Purwarupa Website

Hosting kode program diperlukan agar aplikasi *website* bisa diakses melalui internet dan bisa dijalankan oleh *user*. Layanan *hosting* yang digunakan dalam proyek ini adalah dari 000webhost.com. Berikut hasil upload berkas-berkas berisikan kode program aplikasi *website* sistem monitoring.



Gambar 9
File aplikasi web hosting

B. Pengujian

1. Sensor Detak Jantung

TABEL 1
Perbandingan Sensor Detak Jantung Dengan Stetoskop

Hasil Sensor Detak Jantung (BPM)	Hasil Stetoskop (BPM)	Selisih
90	91	1

91	91	0
89	90	1
90	90	1
91	90	0

Tabel 4-1 menunjukkan hasil pengukuran sensor detak jantung dan pengukuran dengan stetoskop yang diuji. Rata-rata selisih nilai pengukuran adalah 1. Data tersebut menunjukkan bahwa sensor detak jantung dapat mengukur detak jantung sapi dengan baik. Selisih pengukuran telah didapatkan, oleh sebab itu setting pada standar pengukuran pada aplikasi ditambahkan dengan rata – rata selisihnya karena nilai yang didapat dari stetoskop lebih tinggi dan stetoskop adalah alat ukur detak jantung sapi yang biasa digunakan.

2. Sensor Suhu

TABEL 2
Perbandingan Sensor Suhu Dengan Thermometer

Hasil Sensor Suhu (°C)	Hasil Thermometer (°C)	Selisih
35	35	0
36	35	1
35	35	0
35	36	1
35	36	1

Tabel 4-2 menunjukkan hasil pengukuran menggunakan sensor suhu dengan 4hermometer dari sapi yang diuji. Dari hasil pengujian sensor suhu memiliki tingkat perbedaan. Dengan alat 4hermometer yang dilakukan sebanyak 5 kali pengujian. Dari hasil data tersebut bisa disimpulkan bahwa sensor suhu dapat mengukur suhu tubuh sapi dengan baik.

3. Hasil Pengujian Monitoring Kegiatan Sapi

TABEL 1
Tabel Kegiatan Sapi Selama Sehari

Waktu	Kegiatan	Gyrometer	Detak Jantung (BPM)	Suara (DBM)	Suhu (°C)
07.00	Pemberian Makanan Hijauan	X : 376 – 735 Y : 27 - 589 Z : 0 - 45	75 - 83	28 - 47	28
07.30	Pemberian Minum	X : 577 - 738 Y : 29 - 116 Z : 18 - 29	75 - 80	30 - 34	28
09.00	Pemberian Makanan	X : 376 – 532 Y : 14 - 94	76 - 84	27 - 35	28

	Comboran	Z : 0 - 23			
12.00	Pemberian Makanan Hijauan	X : 344 - 712 Y : 32 - 557 Z : 0 - 59	75 -- 87	28 - 47	29 - 34
12.30	Pemberian Minum	X : 513 - 738 Y : 15 - 154 Z : 18 - 29	75 - 80	30 - 37	29 - 33
17.00	Pemberian Makanan Hijauan	X : 376 - 735 Y : 27 - 589 Z : 0 - 45	75 -- 87	28 - 52	28 - 32
17.30	Pemberian Minum	X : 548 - 723 Y : 29 - 116 Z : 18 - 29	75 - 80	30 - 39	29 - 32
18.00	Istirahat	X : 376 - 504 Y : 16 - 126 Z : 0 - 32	72 - 78	27 - 29	28 - 29

GAMBAR 9

Menyimpan Data di Databases

Dari hasil percobaan pengiriman data di atas telah didapatkan konfirmasi keberhasilan pengiriman dari Arduino UNO berupa 6 data sensor berhasil dikirimkan ke ESP8266 dan data tersebut berhasil disimpan di dalam tabel basis data.

Pada tabel diatas ditunjukkan beberapa kegiatan sapi yang dilakukan selama sehari. Kegiatan sapi pertama merupakan pemberian makan berupa hijauan yaitu rumput-rumputan dan pemberian minum. Dapat terlihat pada tabel diatas data-data yang telah diambil. Setelah itu pada jam 09.00 pemberian makanan berupa comboran yang dilakukan sehari sekali. Setelah itu pemberian makanan hijauan dan minum pada jam 12, terlihat perbedaan data namun nilai data tidak jauh berbeda dengan pemberian makan pada pagi hari. Sama halnya dengan pemberian makan pada sore hari yang memiliki perbedaan data yang tidak jauh berbeda. Pada jam 18.00 sapi mulai beristirahat, pada saat sapi istirahat detak jantung mengalami penurunan namun penurunan nilai data tidak terlalu signifikan.

5. Website

4. Pengiriman Data

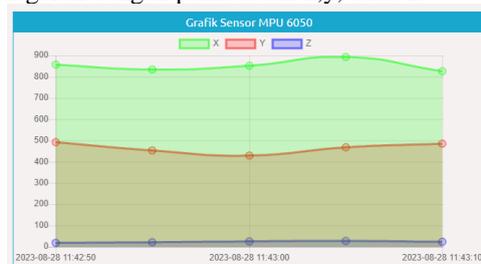
Pengujian Pengiriman Data dilakukan untuk memastikan bahwa data dari Arduino UNO dapat dikirimkan dan disimpan di server basis data dengan berhasil. Skenario pengujian melibatkan pengiriman data sensor dari Arduino UNO ke ESP8266, dan akhirnya ke databases. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Arduino UNO menunggu konfirmasi dari ESP8266 sebelum mengirimkan data sensor. ESP8266 melakukan konfigurasi dan hanya menerima data jika terdapat 6 nilai sensor. Data yang diterima oleh ESP8266 kemudian dikirimkan ke databases melalui webhost menggunakan kirimdata.php. Databases akan menyimpan data sensor beserta id_data dan dates untuk memungkinkan monitoring live melalui aplikasi website. Analisis pengujian menunjukkan bahwa pengiriman data berhasil, dengan 6 data sensor terkirim dari Arduino UNO ke ESP8266 dan berhasil disimpan di tabel basis data.



GAMBAR 10

Grafik Data

Pada gambar di atas ditampilkan 5 data terbaru pembacaan sensor dalam bentuk grafik. Data tersebut mencakup waktu, nilai suhu, nilai detak jantung, nilai suara dan nilai gerak dengan pembacaan x,y, serta z.

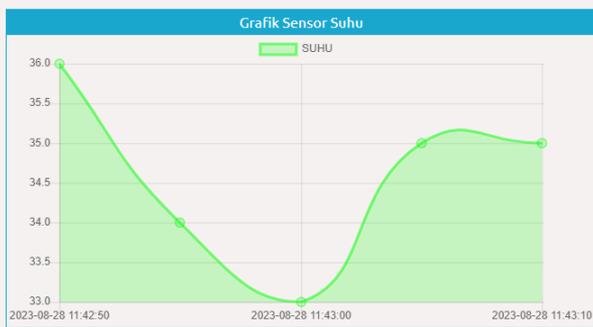


GAMBAR 11

Grafik Sensor MPU6050

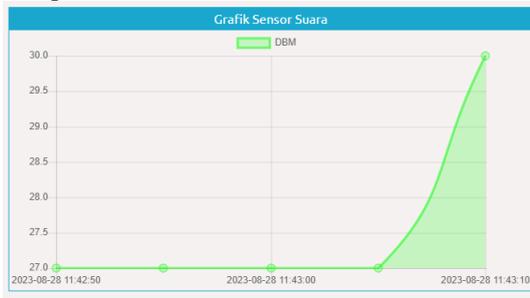
Pada tampilan di atas disajikan sebuah informasi kondisi grafik dari sensor MPU605 pada sapi. Kondisi tersebut

terbagi menjadi 3 bagian yaitu x, y, dan z. dengan nilai x sekitar 800 - 900, y sekitar 400 - 500 dan z -0 - 100. Kondisi tersebut merupakan saat sapi diam. Saat sapi mulai bergerak diberikan ambang batas pada sumbu x di 1000 sementara pada sumbu y di 600 dan sumbu z pada 200.



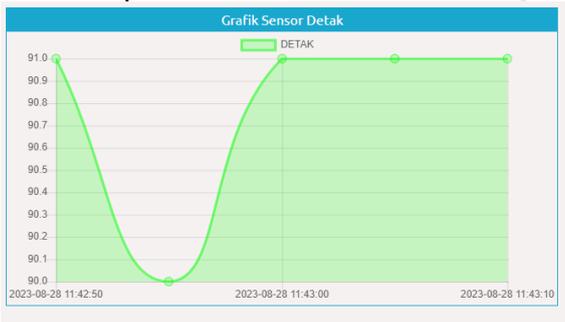
GAMBAR 12
Grafik Sensor Suhu

Pada tampilan di atas disajikan sebuah informasi kondisi grafik dari suhu pada sapi. Kondisi suhu tersebut yaitu menghasilkan nilai 33 - 36°C. Kondisi tersebut dinyatakan normal tidak melebihi batas suhu yang ada. Menurut [2] suhu normal sapi < 20°C atau > 40°C



GAMBAR 13
Grafik Sensor Suara

Pada tampilan di atas disajikan sebuah informasi kondisi grafik dari suara pada sapi. Kondisi suara tersebut yaitu menghasilkan nilai 27 - 30 dbm. Suara rata rata berada pada 27 dbm saat keadaan sapi diam. Nilai sensor suara akan naik menandakan sapi bersuara.



GAMBAR 14
Grafik Sensor Detak Jantung

Pada tampilan di atas disajikan sebuah informasi kondisi grafik dari detak jantung pada sapi. Kondisi detak jantung tersebut yaitu menghasilkan nilai 90 - 91 bpm dapat kategorikan normal. Menurut [2] detak jantung dari sapi dinyatakan sakit memiliki nilai < 15 bpm dan > 125 bpm karena tidak melebihi batas yang ada.

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan implementasi dan pengujian sistem monitoring di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dapat membangun sistem pemantauan kondisi ternak sapi dengan parameter suhu, detak jantung, suara, dan gerak dengan efektif.
2. Nilai data sensor berhasil dikirim dengan efektif dan diterima oleh databases.
3. Aplikasi web sistem monitoring telah dibangun dan dapat menampilkan parameter kondisi perilaku sapi.

REFERENSI

- [1] D. B. Ariyanto, SISTEM MONITORING KESEHATAN TERNAK SAPI BERBASIS INTERNET OF THINGS, Bandung: Universitas Telkom, D3 Teknik Telekomunikasi, 2020, p. 11.
- [2] M. Redi, PEMANTAUAN KESEHATAN SAPI BERDASARKAN SUHU DAN DETAK JANTUNG BERBASIS INTERNET OF THINGS, Bandung: Universitas Telkom, 2017.
- [3] D. B. Lasfeto, T. S. and Y. A. , "DESAIN SISTEM MONITORING TERNAK SAPI BERBASIS JARINGAN SENSOR NIRKABLE UNTUK SISTEM PENGGEMBALAAN LEPAS DI TIMOR BARAT PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR," PROSIDING SEMNASTEK, vol. 007, no. 30, pp. 1-10, 2017.
- [4] A. E. K. R. . I. B. and P. P. , "SISTEM INFORMASI MONITORINGPERKEMBANGAN SAPI DI LOKASI UJI PERFORMANCE(STUDI KASUS : DINAS PETERNAKAN DAN KESEHATAN HEWAN PROVINSI LAMPUNG)," TEKNOKOMPAK, vol. 12, no. 1, pp. 5-9, 2018.
- [5] G. H. W. M. D. A. and J. A. P. , "SISTEM CERDAS PEMANTAU HEWAN TERNAK PADA ALAM BEBAS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," Eltek, vol. 17, no. 2, pp. 18-31, October 2019.
- [6] R. F. Kafafi and W. L. , Buku Saku : Hematologi, Jakarta: Jakarta Egc , 2001, 2014.
- [7] H. H. R. and D. R. A. . "Sistem Perekam Detak Jantung Berbasis Pulse Heart Rate Sensor pada Jari Tangan," ELKOMIKA, vol. 6, no. 3, pp. 344-356, September 2013.
- [8] B. F. "IMPLEMENTASI SENSOR IMU MPU6050 BERBASIS SERIAL I2C," TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA, vol. 9, no. 1, pp. 18-24, Agustus 2016.
- [9] N. I. WIDIASTUTI and R. SUSANTO, "PERFORMANCE OF THE LM 386 SOUND SENSOR IN DETECTING FRUIT MATURITY BASED ON SOUND FREQUENCY," JOSAR, vol. 1, no. 1, pp. 155-162, March 2018.
- [10] Y. S. P. "Internet of Things and Nodemcu," JETIR, vol. 6, no. 6, pp. 1085-1088, June 2019.
- [11] Arduino, "store.arduino.cc," Arduino , 1 August 2010. [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>. [Accessed 1 August 2023].
- [12] J. Conallen, "Modeling Web Application Architectures with UML," ACM, vol. 42, no. 10, pp. 63-65, October 1999.
- [13] R. Aditya, V. H. Pranatawijaya and P. B. A. A. Putra, "Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Kegiatan Menggunakan Metode Prototype," JOINTECOMS (Journal of Information Technology and Computer Science), vol. 1, no. 1, p. 48, June 2021.
- [14] N. I. WIDIASTUTI and R. SUSANTO, "KAJIAN SISTEM MONITORING DOKUMEN AKREDITASI TEKNIK INFORMATIKA UNIKOM," Majalah Ilmiah UNIKOM, vol. 12, no. 2, p. 196, 2014.
- [15] V. Surwase, "REST API Modeling Languages - A Developer's Perspective," IJSTE - International Journal of Science Technology & Engineering, vol. 2, no. 10, p. 635, April 2016.
- [16] V. Vaswani, MySQL Database Usage & Administration, McGraw-Hill, 2010, p. 4.

- [17] S. S. GAIKWAD and P. P. ADKAR, "A Review Paper on Bootstrap Framework," IRE Journals, vol. 2, no. 10, pp. 349-351, April 2019.
- [18] 000webhost, "000webhost," Hostinger, 2007-2023. [Online]. Available: <https://www.000webhost.com/>. [Accessed 18 July 2023].
- [19] I. K. B. S. and D. , "Simulasi Penapisan Kalman Dengan Kendala Persamaan Keadaan Pada Kasus Penelusuran Posisi Kendaraan (Vehicle Tracking Problem)," p. 13, 13 Febuary 2008.

