

PENERAPAN REGRESI LINEAR UNTUK PREDIKSI SUHU BADAN SAPI MENGGUNAKAN DATA SMART TERNAK DARI PT TELKOM INDONESIA: STUDI KASUS DI DESA PENGENGAT

(*Application Of Linear Regression To Predict The Body Temperature Of Cattle Using Data From Smart Ternak PT Telkom Indonesia: Case Study In The Pengengat Village*)

Nurul Umami^{[1]*}, Ari Hernawan^[1], I Gde Putu Wirarama Wedashwara
W^{[1][1]}Dept Informatics Engineering, Mataram University
Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA
Email: nurulumamy27@gmail.com, [arihernawan, wirarama]@unram.ac.id

Abstract

West Nusa Tenggara (NTB) is one of the regions in Indonesia with significant potential in the field of livestock farming. In the context of the agricultural industry, livestock is considered a valuable asset, and monitoring their health is crucial for improving livestock productivity. This research aims to determine the relationship between the body temperature of cattle (Y) and environmental factors, namely air humidity (X_1), environmental temperature (X_2), and barometric pressure (X_3), using smart livestock data provided by PT Telkom. The study was conducted in Pengengat Village, NTB, involving correlation and regression analysis. The analysis results indicate a significant positive correlation between the body temperature of cattle and environmental temperature (X_2) and a negative correlation with humidity (X_1). Additionally, there is a strong positive correlation between the body temperature of cattle and barometric pressure (X_3). The multiple linear regression equation obtained is as follows: $Y = -26.816842418191094 + -0,0014707 X_1 + 0.39772325 X_2 + 0.04927779X_3$. Model testing shows excellent prediction quality with low Mean Squared Error (MSE) values (0.3849 for training and 0.4623 for testing). Furthermore, the high R-squared (R^2) values (0.7283 for training and 0.7110 for testing) indicate that the linear regression model can predict the body temperature of cattle based on the analyzed environmental factors.

Keywords: Cattle Body Temperature, Linear Regression, Machine Learning, Prediction, Smart Livestock Data

*Corresponding Author

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi tinggi di sektor peternakan. Sektor peternakan memberikan kontribusi signifikan dalam pembangunan pertanian [23]. Sapi memiliki peran penting dalam sistem pangan dan ekonomi global. Oleh karena itu, menjaga kesehatan sapi menjadi hal yang sangat penting. Sapi menjadi aset penting dalam industri peternakan sebagai sumber protein nabati untuk kebutuhan manusia. Namun, masih banyak tantangan dalam bidang peternakan sapi, salah satunya adalah kurangnya pemantauan yang efektif terhadap kondisi kesehatan mereka. Deteksi dini terhadap masalah kesehatan sapi sangat penting untuk penanganan yang cepat dan untuk meminimalkan kerugian bagi peternak. Suhu tubuh menjadi indikator kesehatan yang vital, dan deviasi dari rentang normal dapat menjadi tanda penyakit atau stres, yang dapat menyebabkan kerugian besar dalam industri peternakan [24].

Pemantauan terus-menerus terhadap kondisi fisiologis sapi penting untuk memastikan kesehatan dan kesuburan mereka. Keberhasilan peternakan sapi sangat bergantung pada kesejahteraan hewan. Harga sapi yang sehat lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak sehat. Metode pemantauan tradisional, seperti pemeriksaan manual, memakan waktu dan biaya yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan peternakan yang lebih efisien dan efektif.

Salah satu inovasi teknologi yang semakin populer di sektor peternakan adalah penggunaan alat pintar (*smart devices*) untuk memantau kondisi hewan ternak. PT Telkom Indonesia sebagai perusahaan telekomunikasi terkemuka, telah mengembangkan alat cerdas bernama smart ternak. Alat ini bertujuan untuk memantau kesehatan dan kinerja ternak secara *real-time* guna meningkatkan efisiensi peternakan sapi. PT Telkom Indonesia bekerja sama dengan Universitas Mataram untuk menguji penggunaan smart ternak di Desa Pengengat, Lombok Tengah. Korporasi Mandalika

Baren Sapi di desa ini dipilih sebagai lokasi uji coba penggunaan *smart* ternak di Lombok.

Desa Pengengat, NTB, dipilih sebagai lokasi studi kasus karena memiliki populasi sapi yang cukup besar [25] dan telah menjadi bagian dari program pemantauan kesehatan sapi berbasis data *smart* ternak dari PT Telkom. Di Desa Pengengat, data suhu tubuh sapi dan data lingkungan lainnya telah dikumpulkan dengan cermat selama periode waktu tertentu. Data ini menjadi dasar untuk melakukan analisis regresi linear ganda guna memahami hubungan antara suhu tubuh sapi dengan variabel lingkungan. Dengan melibatkan Desa Pengengat sebagai studi kasus, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara suhu tubuh sapi (variabel dependen) dengan faktor lingkungan seperti kelembaban udara, suhu lingkungan, dan tekanan barometrik (variabel independen).

Pemantauan suhu tubuh sapi menggunakan alat *smart* ternak memudahkan dalam pemantauan hewan ternak, namun tantangan seperti integrasi data dan akurasi prediksi suhu tubuh sapi dalam berbagai kondisi lingkungan masih memerlukan penelitian lebih lanjut.

Regresi linear dipilih dalam penelitian ini karena metode ini mampu memodelkan hubungan linier antara variabel dependen (suhu tubuh sapi) dan variabel independen (kelembaban udara, suhu lingkungan, dan tekanan barometrik) [33]. Dalam konteks prediksi suhu tubuh sapi, regresi linear memungkinkan identifikasi pengaruh signifikan dari faktor lingkungan terhadap suhu tubuh, sehingga menghasilkan model prediksi yang mudah dipahami dan diimplementasikan. Selain itu, regresi linear memberikan interpretasi yang jelas terkait kontribusi setiap variabel independen dalam perubahan suhu tubuh sapi, yang sangat bermanfaat dalam pengambilan keputusan terkait manajemen kesehatan ternak.

Penelitian ini akan mengembangkan model regresi linear ganda yang dapat digunakan untuk memprediksi suhu tubuh sapi membandingkan hasil prediksi dengan nilai aktual berdasarkan faktor-faktor lingkungan yang dianalisis [26]. Selaian itu penelitian ini menempati posisi strategis dalam mengembangkan pendekatan berbasis teknologi untuk pemantauan kesehatan sapi melalui prediksi suhu tubuh, khususnya dengan memanfaatkan data dari sistem *smart* ternak yang diintegrasikan dengan variabel lingkungan. Meskipun Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas penerapan teknologi IoT dan regresi linear [1], [2], [3], [4], [11] telah banyak diterapkan dalam pemantauan

ternak, masih ada gap terkait pengoptimalan integrasi data lingkungan dan akurasi prediksi suhu tubuh sapi di berbagai kondisi iklim dan cuaca. Penelitian sebelumnya cenderung berfokus pada pengembangan sistem monitoring berbasis IoT tanpa menguji secara mendalam bagaimana faktor lingkungan memengaruhi suhu tubuh ternak secara terukur. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan membangun model regresi linear yang mampu mengintegrasikan data *smart* ternak dengan faktor lingkungan seperti kelembaban udara, suhu lingkungan, dan tekanan barometrik. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi prediksi suhu tubuh sapi, sehingga sistem ini dapat diandalkan oleh peternak dalam berbagai kondisi lingkungan yang dinamis. Hasil dari penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan solusi praktis untuk peningkatan efisiensi pemantauan hewan ternak, tetapi juga menjadi landasan bagi pengembangan lebih lanjut teknologi monitoring di sektor peternakan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Beberapa penelitian terkait dengan penerapan regresi linear untuk prediksi suhu badan sapi menggunakan data *smart* ternak dari PT Telkom Indonesia telah dilakukan. Faruq et al. (2019) mengembangkan sistem manajemen kesehatan sapi berbasis Internet of Things (IoT) dan sistem cerdas. Mereka menggunakan node dengan sensor suhu dan detak jantung, serta komunikasi menggunakan protokol MQTT dan HTTP [1].

Utomo (2019) melakukan penelitian terkait penerapan IoT untuk memonitor suhu dan kelembaban di ruang server. Hasil monitoring disimpan secara online. Perbedaan dengan penelitian ini adalah penggunaan data langsung untuk memprediksi suhu badan sapi [2].

Mohammad et al. (2021) membuat alat monitoring kesehatan manusia berbasis IoT dengan sensor suhu, detak jantung, dan saturasi oksigen. Perbedaan penelitian ini adalah fokus pada kondisi hewan ternak, khususnya sapi [3].

Muftihatur et al. (2021) mengembangkan sistem monitoring ternak sapi berbasis Android. Mereka menggunakan node MCU V3, GPS, baterai, dan WiFi sebagai komponen utama. Penelitian ini lebih menitikberatkan pada pengembangan sistem monitoring untuk penggembalaan lepas [4].

Fatema Ahmed et al. (2020) melakukan penelitian klasifikasi perilaku sapi menggunakan IoT dan machine learning. Mereka menggunakan sensor suhu TMP006

dan modul transceiver nirkabel. Perbedaan penelitian ini adalah penggunaan LoRaWAN untuk jaringan komputasi data yang lebih efisien [11].

Vanessa Rosa Rotondo (2021) mengembangkan model prediksi berat badan sapih berbasis regresi linier dan machine learning dari pengukuran tubuh linier. Penelitian ini berfokus pada prediksi berat badan pada anak sapi, sedangkan penelitian ini lebih berorientasi pada prediksi suhu tubuh sapi [12].

Syahfitri et al. (2023) melakukan analisis algoritma regresi linier untuk memprediksi harga saham di Bank BRI. Perbedaan utama adalah fokus penelitian ini pada prediksi suhu tubuh sapi menggunakan data smart ternak [17].

Sholeh et al. (2022) menerapkan regresi linier ganda untuk memprediksi hasil kuesioner mahasiswa menggunakan Python. Mereka menggunakan metode waterfall dan machine learning. Perbedaan utama adalah konteks penelitian yang berbeda [18].

Ishu Gupta et al. (2022) membuat model prediksi suhu rata-rata harian berbasis regresi linier ganda menggunakan data meteorologi dan fitur. Penelitian ini lebih menitikberatkan pada prediksi suhu cuaca, bukan suhu tubuh sapi [21].

Rusdi et al. (2023) membandingkan metode Fuzzy Tsukamoto dan regresi linier berganda untuk peramalan produksi kopi. Penelitian ini lebih berfokus pada peramalan produksi dengan variabel input dan output yang berbeda [22].

2.2. Landasan Teori

2.2.1. PT Telkom Indonesia

PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk (Telkom) adalah salah satu perusahaan bagian Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang jasa layanan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dan jaringan telekomunikasi di Indonesia [26]. PT Telkom Indonesia memiliki peran penting dalam pengembangan dan implementasi teknologi komunikasi di Indonesia, termasuk dalam sistem monitoring sapi. Sebagai penyedia layanan, Telkom bertanggung jawab untuk menyediakan infrastruktur komunikasi, memfasilitasi penggunaan teknologi LoRa dan LoRaWAN dalam sistem monitoring sapi, serta melakukan pemantauan dan pemeliharaan sistem yang terkait.

2.2.2. Smart Ternak

Smart Ternak merupakan salah satu alat terobosan baru dari PT. Telkom Indonesia (Persero) untuk memberikan kemudahan kepada para peternak dalam *memonitoring* ternak mereka secara *real-time*. Sistem Monitor dilakukan dengan sensor suhu, *accelerometer*,

gyroscope, GPS, dan fitur lainnya. akan memonitoring data aktivitas, suhu dan lokasi. Data yang dihasilkan kemudian dikirimkan ke *server* melalui *LoRa Gateway*. Data disajikan pada *website dashboard* sehingga memudahkan pemilik peternakan melakukan *monitoring* kondisi ternak secara *online* dan *real-time*.



Gambar 1. Sistem Arsitektur Smart Ternak

Fitur pada sensor alat *smart* ternak yaitu terdiri sebagai berikut:

a. GPS/GNNS

GPS (*Global Positioning System*) / GNSS (*Global Navigation Satellite System*) adalah fitur yang memungkinkan sensor untuk menentukan posisi geografis secara akurat. Ini memungkinkan pelacakan lokasi sapi dengan presisi.

b. Accelerometer dan Gyroscope

Accelerometer dan *Gyroscope* adalah sensor gerak yang terintegrasi dalam alat ini. *Accelerometer* digunakan untuk mendeteksi percepatan linier, sedangkan *gyroscope* digunakan untuk mendeteksi perubahan sudut dan orientasi sapi. Sensor yang digunakan yaitu akselerometer 3-axis dari STMicroelectronics dapat digunakan untuk mengukur percepatan pada tiga sumbu [28]. Fitur ini memungkinkan pemantauan aktivitas dan gerakan sapi.

c. Body Temperature

Fitur suhu tubuh memungkinkan pengukuran suhu tubuh hewan ternak. Sensor ini dapat memberikan informasi penting tentang suhu tubuh sapi untuk mendeteksi perubahan kesehatan sapi. Sensor yang digunakan yaitu *Termopile Inframerah Texas Instruments* dalam paket chip scale ultra-kecil. *Texas Instruments TMP006* [27].

d. Ambient Temperature & Humidity (Suhu dan Kelembaban Lingkungan)

Fitur suhu dan kelembaban lingkungan memungkinkan pengukuran suhu dan kelembaban di sekitar sapi. Penggunaan sensor kelembaban dan suhu lingkungan dari Sensirion satu paket. Sensor SHT11 merupakan sensor chip dari Sensirion yang mendeteksi suhu [7].

e. Barometric Pressure

Fitur tekanan atmosfer atau *barometric pressure* memungkinkan pengukuran tekanan udara di sekitar

perternakan sapi. Informasi ini dapat membantu dalam memahami perubahan cuaca dan kondisi lingkungan yang mempengaruhi sapi.

2.2.3. LoRa dan LoRa Device

LoRa (*Long Range*) adalah sebuah teknologi komunikasi nirkabel yang dirancang untuk mentransmisikan data pada jarak yang jauh dengan konsumsi daya yang rendah. LoRa menggunakan modulasi *spread* spektrum untuk mengirimkan data melalui frekuensi radio yang rendah, sehingga memungkinkan jangkauan komunikasi yang lebih luas dibandingkan dengan teknologi nirkabel lainnya [5]. LoRa Device, dalam konteks penelitian ini, mengacu pada perangkat-perangkat yang menggunakan LoRa untuk mengirim dan menerima data dalam sistem monitoring sapi PT Telkom Indonesia. Perangkat ini biasanya mencakup sensor-sensor yang terhubung ke jaringan LoRaWAN untuk mengumpulkan data dari sapi mengirimnya ke pusat pengolahan data.

2.2.4. Regresi Linier Ganda

Terdapat beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk menemukan hubungan antar variabel. Algoritma yang dibahas melibatkan Jaringan Saraf Tiruan (ANN), logika fuzzy, dan regresi linier [30]. Regresi Linier merupakan salah satu metode dalam data mining atau penambangan data yang biasanya digunakan untuk menunjukkan keterkaitan antara satu variabel independen dengan variabel dependen yang memiliki hubungan garis lurus [31]. Jika model regresi hanya melibatkan satu variabel independen, disebut sebagai regresi linier sederhana, sedangkan jika melibatkan lebih dari satu variabel independen, disebut sebagai regresi linier berganda [32].

Tujuannya adalah untuk perhitungan deret waktu yang menggunakan metode kuantitatif dan menggunakan waktu sebagai dasar prediksinya. Persamaan dasar untuk metode regresi linier sederhana dapat ditemukan dalam rumus. Dalam konteks regresi linear ganda, model yang dibentuk adalah sebuah persamaan linier yang mencoba

menjelaskan bagaimana variasi dalam variabel

dependen (Y) dapat diatribusikan kepada variasi dalam variabel independen (X_1, X_2, \dots). Model ini memiliki

struktur umum sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n \quad [33]$$

Y	: Variabel dependen
X_1, X_2, \dots, X_n	: Variabel Independen
a	: Konstanta (nilai Y apabila $X_1, X_2, \dots, X_n = 0$)
b	: Koefisien regresi (nilai peningkatan ataupun penurunan)

Variabel dependen (Y) adalah variabel yang menjadi fokus dalam penelitian ini. Ini adalah variabel yang ingin diprediksi atau dijelaskan. Dalam penelitian Anda, variabel dependen mungkin mengacu pada suhu tubuh sapi. Variabel Independen (X_1, X_2, \dots, X_n) adalah variabel-variabel yang digunakan sebagai prediktor atau penjelas dalam model. Dalam konteks penelitian ini, variabel independen dapat mencakup faktor-faktor lingkungan seperti kelembaban udara, suhu lingkungan, dan tekanan barometrik. Konstanta (a) adalah nilai dari variabel dependen ketika semua variabel independen bernilai nol. Ini mungkin tidak memiliki interpretasi praktis dalam beberapa kasus. Koefisien regresi (b_1, b_2, \dots, b_n) mengukur seberapa besar perubahan dalam variabel dependen yang dapat diharapkan ketika variabel independen mengalami perubahan satu satuan.

2.2.5. Python

Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang sangat populer dan serbaguna. Python dikenal dengan sintaksis yang mudah dipahami dan berbagai pustaka (*libraries*) yang mendukung berbagai bidang pengembangan, termasuk analisis data dan kecerdasan buatan. Dalam penelitian ini, Python digunakan sebagai alat untuk melakukan analisis data dan pembangunan model regresi linear ganda. Beberapa pustaka yang umum digunakan dalam analisis data dengan Python adalah NumPy, pandas, matplotlib, dan scikit-learn. NumPy dan pandas digunakan untuk manipulasi dan analisis data, matplotlib untuk visualisasi, dan scikit-learn untuk membangun model regresi.

2.2.6. Mean Squared Error (MSE)

Mean Squared Error (MSE) adalah salah satu metrik evaluasi yang umum digunakan dalam analisis regresi. MSE mengukur seberapa baik model regresi memprediksi data dengan membandingkan perbedaan antara nilai yang diprediksi oleh model dengan nilai sebenarnya dalam kuadrat. Dalam rumus, MSE dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad [34]$$

di mana:

- n adalah jumlah observasi dalam dataset.
- i adalah nilai sebenarnya dari variabel dependen untuk observasi ke- i .
- \hat{Y}_i adalah nilai yang diprediksi oleh model untuk observasi ke- i .

Semakin kecil nilai MSE, semakin baik model regresi dalam memprediksi data. MSE sering digunakan dalam tahap evaluasi model untuk mengukur sejauh mana model dapat meminimalkan kesalahan prediksi.

2.2.7. R-Squared (R²)

R-Squared (R²) adalah metrik evaluasi lain yang digunakan dalam analisis regresi. R² mengukur seberapa baik model regresi menjelaskan variasi dalam data. Nilai R² berkisar antara 0 dan 1, dan semakin mendekati 1, semakin baik model dalam menjelaskan variasi data. R² dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{SSR}{SST} \quad [35]$$

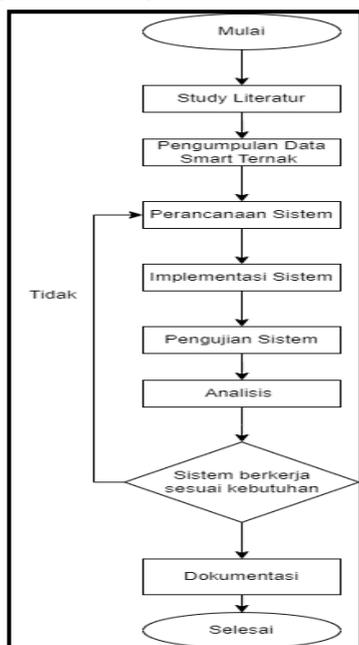
di mana:

- SSR adalah *Sum of Squared Residuals*, yaitu jumlah dari selisih antara nilai sebenarnya dan nilai yang diprediksi oleh model yang dikuadratkan.
- SST adalah *Total Sum of Squares*, yaitu jumlah dari selisih antara nilai sebenarnya dan rata-rata dari nilai sebenarnya yang dikuadratkan.

Nilai R² dapat memberikan gambaran tentang seberapa baik model sesuai dengan data. Semakin tinggi nilai R², semakin besar proporsi variasi dalam data yang dapat dijelaskan oleh model.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu studi literatur dan persiapan alat dan bahan, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, pengujian sistem, analisis dan pembahasan, dan terakhir dokumentasi yang dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 2. Alur Penelitian

3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian dilakukan dengan menggunakan teknik observasi (untuk

pemasangan alat di lokasi dan monitoring alat) dan melalui *website smart* ternak. Teknik observasi dilakukan dengan cara mensurvei langsung ke lokasi penelitian di Desa Pengangat, Lombok Tengah. Observasi digunakan untuk mengamati secara langsung sistem monitoring sapi yang sudah diterapkan oleh PT Tekom Indonesia. Untuk data yang

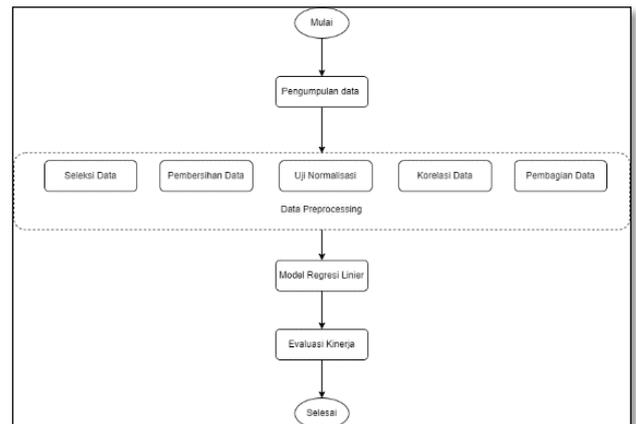
diambil di *website smart* ternak untuk melakukan penelitian ini yaitu sekitar dari tanggal 10 sampai dengan 23 maret 2023 dengan selisih waktu setiap 10

menit setelah pemasangan alat dan installansi.



Gambar 3. installasi Gateway

3.2. Perancangan Sistem



Gambar 4. Perancangan Sistem

- Pengumpulan Data, Data yang diperlukan diperoleh melalui pemasangan alat smart ternak di Desa Pengangat. Data ini mencakup berbagai variabel terkait suhu tubuh sapi yang relevan.



Gambar 5. Pemasangan Alat

- Seleksi Data, dari data yang terhimpun, dilakukan seleksi variabel yang akan diinkorporasikan dalam analisis regresi linier. Seleksi ini diarahkan oleh

pertimbangan kepentingan dan dampak variabel terhadap prediksi suhu tubuh sapi.

- c. Pembersihan Data (Penanganan *Missing Value*), dalam usaha untuk memastikan integritas data, identifikasi dan penanganan terhadap nilaikosong dilakukan. Pendekatan seperti pengisian dengan nilai rata-rata atau metode lainnya digunakan untuk mengatasi masalah ini.
- d. Uji Normalisasi, Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengevaluasi apakah data mengikuti distribusi normal. Uji *Shapiro-Wilk* diimplementasikan untuk menguji kecocokan data dengan distribusi normal.
- e. Uji Korelasi, Analisis korelasi antar variabel dilakukan menggunakan metode korelasi *Spearman*. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi pola korelasi yang mungkin bersifat non-linear.
- f. Pembagian Data, *Dataset* dibagi menjadi dua *subset*, yaitu data training dan data testing, dengan proporsi 70% - 30%. Data *training* digunakan untuk melatih model regresi linier, sedangkan data *testing* digunakan untuk menguji kemampuan prediksi model.
- g. Pengembangan Model Regresi Linier, Menggunakan data *training*, model regresi linier dikembangkan untuk memetakan hubungan antara variabel-variabel yang berkaitan dengan suhu tubuh sapi.
- h. Evaluasi Kinerja Model, Model dievaluasi menggunakan metrik evaluasi seperti *Mean Squared Error* (MSE) dan *R-squared* (R^2). Pendekatan ini memungkinkan penilaian terhadap tingkat kecocokan model terhadap data testing serta kemampuan model dalam menjelaskan variasi data.
- i. Validasi Model, validasi model dilakukan pada data testing yang belum pernah terpapar sebelumnya. Langkah ini memastikan performa model dalam situasi dunia nyata.
- j. Visualisasi Grafik Regresi Linier, Hasil evaluasi model dapat diterjemahkan dalam bentuk visualisasi grafik regresi linier, memungkinkan perbandingan antara nilai sebenarnya dan nilai prediksi.

3.3. Pengujian

Pada tahap pengujian, dilakukan perbandingan hasil dari penggunaan berbagai variasi data testing terhadap kinerja model regresi linier dalam analisis suhu tubuh sapi.

3.4. Metrik Pengujian

Pengujian dilakukan dengan mengukur beberapa metrik evaluasi sebagai berikut:

- a. *Mean Squared Error* (MSE), digunakan untuk mengukur seberapa besar selisih antara nilai sebenarnya dan nilai prediksi, dan memberikan gambaran tentang seberapa baik model dapat memprediksi data.
- b. *R-Squared* (R^2), digunakan mengukur seberapa baik variabilitas data dapat dijelaskan oleh model. Nilai R^2 mendekati 1 menunjukkan bahwa model secara baik dapat menjelaskan variasi data.

3.5. Alur Pengujian

Berikut adalah alur pengujian yang dilakukan:

- a. Pembagian Data: *Dataset* suhu tubuh sapi dibagi menjadi dua bagian, yaitu data *training* (70% dari total data) dan data *testing* (30% dari total data).
- b. Model Regresi Linier: Model regresi linier dilatih menggunakan data *training*.
- c. Prediksi dan Evaluasi: Model yang telah dilatih digunakan untuk memprediksi suhu tubuh sapi pada data testing. Selanjutnya, hasil prediksi dibandingkan dengan nilai sebenarnya.
- d. Menghitung Metrik: Menghitung nilai MSE dan R^2 dari hasil prediksi.
- e. Analisis Hasil: Menganalisis nilai MSE dan R^2 yang dihasilkan. Bandingkan nilai-nilai tersebut dengan standar yang diterima umum. Semakin rendah nilai MSE dan semakin mendekati 1 nilai R^2 , semakin baik performa model.

3.6. Cara Analisis

Analisis dilakukan dengan menggunakan metode regresi linier untuk memprediksi suhu tubuh sapi berdasarkan data yang telah diuji normalisasi dan dianalisis korelasinya. Model regresi linier diterapkan untuk memahami hubungan antara suhu tubuh sapi dengan variabel-variabel terkait. Evaluasi kinerja model dilakukan dengan metrik seperti *Mean Squared Error* (MSE) dan *R-Squared* (R^2) untuk mengukur akurasi dan kemampuan model dalam menjelaskan variasi data. Hasil analisis ini memberikan pemahaman yang mendalam tentang efektivitas model regresi linier dalam meramalkan suhu tubuh sapi, yang dapat mendukung pengambilan keputusan terkait manajemen ternak.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

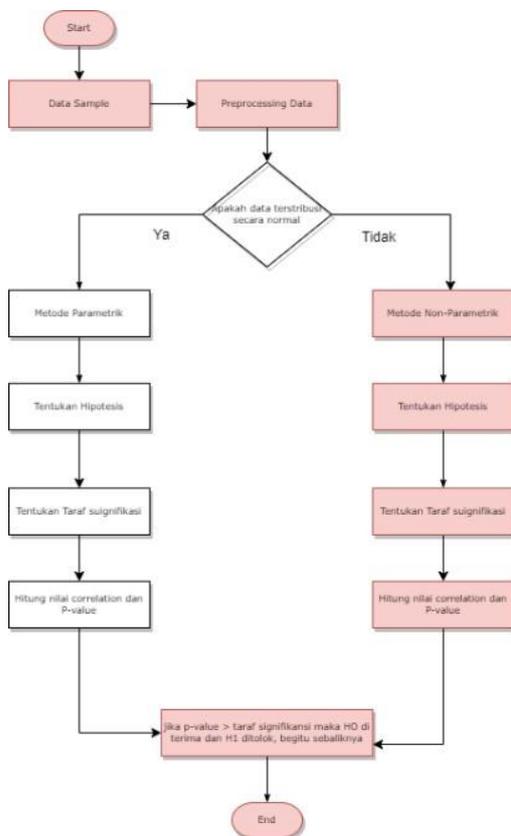
4.1 Proses Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data merupakan tahap awal dalam penelitian ini. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari pemasangan alat sensor suhu tubuh pada sapi di lokasi penelitian. Setiap alat

sensor mampu merekam suhu tubuh sapi pada interval waktu tertentu. Data suhu tubuh yang terekam tersebut kemudian dikumpulkan dan disimpan dalam format *dataset*. Selanjutnya, data-data yang telah terkumpul dianalisis untuk memberikan pemahaman awal tentang variabilitas suhu tubuh sapi. Proses pengumpulan data ini dilakukan dengan cermat untuk memastikan kualitas data yang baik dan akurat, sehingga hasil analisis dan model regresi linier yang dibangun dapat menghasilkan prediksi yang lebih andal. Pengumpulan data diambil berdasarkan hasil di

sistem *Smart Ternak* dengan format CSV.

4.2 Preprocessing Data



Gambar 6. Preprocessing Data

4.2.1 Seleksi Data

Dalam memilih data yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa data sensor suhu tubuh, kelembapan, suhu lingkungan, dan tekanan barometrik. Data yang digunakan bisa dilihat terdapat pada Tabel 4.1.

TABEL I. TABEL DATA

	Body Temperature	Humidity	Ambient Temperature	Barometric Pressure
count	434.000000	434.000000	434.000000	434.000000
mean	34.951982	83.910138	31.311129	1002.176728
std	1.237468	5.288227	2.593834	1.352489
min	32.090000	73.000000	28.040000	998.800000

25%	33.890000	80.000000	29.200000	1001.300000
50%	34.665000	81.500000	30.395000	1002.300000
75%	35.920000	91.000000	33.430000	1003.300000
max	38.960000	94.000000	40.960000	1004.400000

4.2.2 Pembersihan Data

Pembersihan data adalah langkah penting dalam analisis data. Pada tahap ini, dilakukan pemeriksaan data untuk mengidentifikasi apakah ada data yang hilang (*missing values*). Tindakan yang diambil terhadap data yang hilang mencakup pengisian nilai-nilai yang hilang atau penghapusan baris data yang tidak lengkap.

Dalam analisis data ini, ditemukan bahwa tidak ada data yang hilang dalam dataset smart ternak. Oleh karena itu, tidak ada tindakan pengisian nilai atau penghapusan baris data yang tidak lengkap yang diperlukan. Semua baris data dalam dataset telah lengkap dan dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

4.2.3 Uji Normalisasi

Uji normalisasi bertujuan untuk menilai apakah data yang digunakan dalam penelitian terdistribusi secara normal atau tidak. Dalam penelitian ini, uji normalisasi dilakukan menggunakan metode *Shapiro-Wilk*. Tingkat signifikansi yang ditentukan adalah 5% atau 0.05. Dengan tingkat signifikansi ini, akan digunakan menguji dua hipotesis yaitu:

Hipotesis Nol (H0) = Data terdistribusi normal

Hipotesis Alternatif (H1) = Data tidak terdistribusi normal

Setelah melakukan uji normalisasi, hasil yang diperoleh adalah nilai statistik dan nilai *p-value* untuk masing-masing variabel yang diuji. Berikut adalah hasil uji normalisasi untuk beberapa variabel:

a. Hasil uji normalitas pada *body temperature*

TABEL II. UJI NORMALISASI SUHU TUBUH SAPI

Hasil uji normalitas suhu tubuh sapi	
Statistik	<i>p-value</i>
0.949105978012085	4.5942975118729024e-11

Hasil ini menunjukkan bahwa pada variabel "*body temperature*", nilai *p-value* yang sangat kecil (mendekati nol) menunjukkan bahwa kita dapat menolak hipotesis nol (H0). Artinya, data suhu tubuh sapi tidak terdistribusi secara normal.

b. Hasil uji normalitas *humidity*

TABEL III. UJI NORMALISASI KELEMBAPAN

Hasil uji normalitas suhu tubuh sapi	
Statistik	<i>p-value</i>
0.798014223575592	7.419792171680892e-23

Hasil ini menunjukkan bahwa pada variabel "humidity", nilai *p-value* yang sangat kecil (mendekati nol) juga menunjukkan bahwa kita dapat menolak hipotesis nol (H0). Artinya, data tingkat kelembapan tidak terdistribusi secara normal.

c. Hasil uji normalitas *ambient temperature*

TABEL IV. UJI NORMALISASI SUHU LINGKUNGAN

Hasil uji normalitas suhu tubuh sapi	
Statistik	<i>p-value</i>
0.8675345182418823	9.38484616096677e-19

Hasil ini menunjukkan bahwa pada variabel "ambient temperature", nilai *p-value* yang sangat kecil (mendekati nol) juga menunjukkan bahwa kita dapat menolak hipotesis nol (H0). Artinya, data suhu lingkungan tidak terdistribusi secara normal.

d. Hasil uji normalitas *barometric pressure*

TABEL V. UJI NORMALISASI TEKANAN BAROMETRIK

Hasil uji normalitas suhu tubuh sapi	
Statistik	<i>p-value</i>
0.9611009955406189	2.645077490370795e-09

Hasil ini menunjukkan bahwa pada variabel "barometric pressure", nilai *p-value* yang sangat kecil (mendekati nol) menunjukkan bahwa kita dapat menolak hipotesis nol (H0). Artinya, data tekanan barometrik tidak terdistribusi secara normal.

4.2.4 Korelasi Data

Korelasi data dilakukan untuk tujuan mengidentifikasi hubungan atau korelasi antara dua atau lebih variabel. Dalam penelitian ini, uji korelasi dilakukan menggunakan metode Spearman, yang cocok digunakan untuk menguji korelasi pada data yang tidak terdistribusi normal. Untuk setiap uji korelasi, dua hipotesis diuji untuk data ini yaitu:

Hipotesis Nol (H0): Tidak ada korelasi antara antara kedua variabel

Hipotesis Alternatif (H1): Terdapat korelasi antara kedua variabel

Jika *p value* > 0.05 maka H0 diterima dan H1 ditolak

Jika *p value* < 0.05 maka H0 ditolak dan H1 diterima

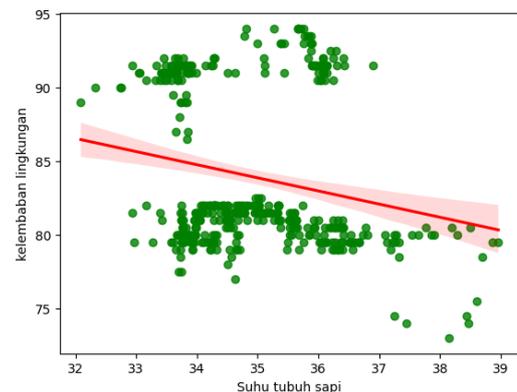
Berikut adalah hasil uji korelasi untuk beberapa pasangan variabel:

a. Korelasi antara tingkat kelembapan (*Humidity*) dan suhu tubuh sapi:

Statistik: Nilai korelasi *Spearman* antara kedua variabel tersebut adalah -0.19820479725082077. Angka negatif menunjukkan adanya hubungan *monotonik* negatif, yang berarti ketika nilai satu variabel meningkat, nilai variabel lainnya cenderung menurun secara *monotonik*.

P-value: Nilai *p-value* (nilai signifikansi) dari kelembapan dan suhu tubuh sapi adalah 3.2026794736043184e-05 atau sekitar 0.000032. Nilai *p-value* yang sangat kecil menunjukkan bahwa ada bukti yang kuat untuk menolak hipotesis nol, yaitu tidak ada korelasi antara tingkat kelembapan dengan suhu tubuh sapi. Oleh karena itu, kita dapat menerima hipotesis alternatif (Ha) yang menyatakan bahwa terdapat korelasi antara kedua variabel.

Dalam konteks ini, hasil korelasi negatif antara tingkat kelembapan udara dan suhu tubuh sapi mengindikasikan bahwa saat tingkat kelembapan udara meningkat, suhu tubuh sapi cenderung turun. Dalam kata lain, ada hubungan yang signifikan antara tingkat kelembapan udara dan suhu tubuh sapi yang bersifat negatif.

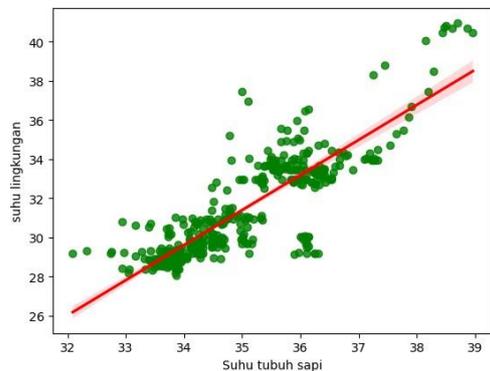


Gambar 7. Hubungan *humidity* dan *body temperature*

b. Korelasi antara tingkat suhu lingkungan (*Ambient Temperature*) dan suhu tubuh sapi: Statistik: Nilai korelasi *Spearman* antara kedua variabel adalah 0.8357413427200864. Korelasi positif menunjukkan bahwa ada kecenderungan bahwa ketika satu variabel meningkat, variabel lainnya juga cenderung meningkat.

P-value: Nilai *p-value* (nilai signifikansi) dari suhu lingkungan dan suhu tubuh sapi adalah 1.5806349433802357e-114, yang sangat kecil. Dengan demikian, kita menolak hipotesis nol dan menyimpulkan bahwa ada korelasi antara tingkat suhu lingkungan dengan suhu tubuh sapi. Dalam

kata lain, ada indikasi bahwa perubahan suhu lingkungan berkorelasi positif dengan perubahan suhu tubuh sapi.

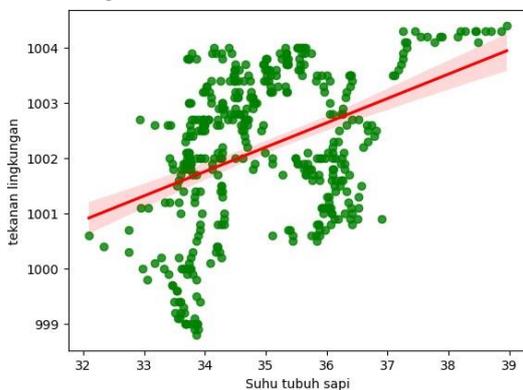


Gambar 8. Hubungan *ambient temperature* dan *body temperature*

c. Korelasi antara tingkat tekanan barometrik (*Barometric Pressure*) dengan Suhu Tubuh Sapi:

Statistik: Nilai korelasi *Spearman* antara kedua variabel tersebut adalah 0.3679551016063695. Korelasi positif menunjukkan bahwa ada kecenderungan bahwa ketika satu variabel meningkat, variabel lainnya juga cenderung meningkat.

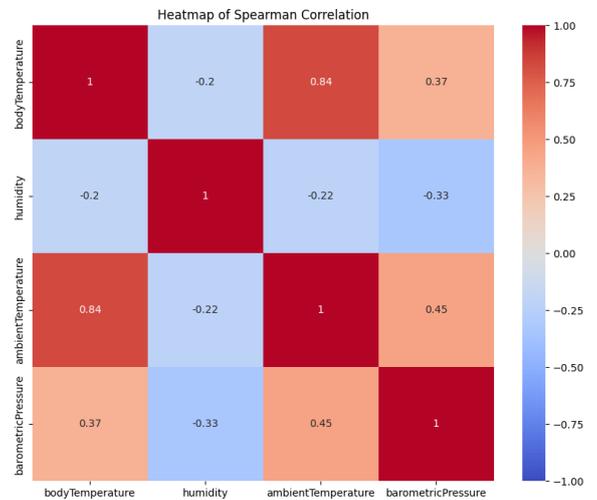
P-value: Nilai *p-value* (nilai signifikansi) adalah 2.31766845424961e-15, yang sangat kecil. Dengan demikian, kita menolak hipotesis nol dan menyimpulkan bahwa ada korelasi antara tingkat tekanan atmosfer dengan suhu tubuh sapi. Korelasi positif antara tingkat tekanan atmosfer dan suhu tubuh sapi mengindikasikan bahwa meningkatnya tingkat tekanan atmosfer cenderung disertai dengan peningkatan suhu tubuh sapi, meskipun hubungannya mungkin tidak sangat kuat.



Gambar 9. Hubungan *barometric pressure* dan *body temperature*

hasil uji korelasi ini memberikan pemahaman tentang hubungan antara variabel-

variabel yang diuji dan membantu dalam memahami faktor-faktor yang mungkin memengaruhi suhu tubuh sapi dalam konteks tingkat kelembaban, suhu lingkungan, dan tekanan barometrik.



Gambar 10. *Heatmap* Korelasi *Spearman*

4.2.5 Pembagian Data

Dataset yang sudah diketahui hubungannya satu sama lain akan dibagi menjadi data *training* dan *testing* dengan rasio 70% untuk data *training* dan 30% untuk data *testing*. Proses pembagian dataset dilakukan menggunakan metode *randomSplit()*. Selain itu pemberian nilai *seed42* dilakukan agar menghasilkan pembagian yang konsisten.

4.3 Model Regresi Linier

Pada tahap ini, dengan menggunakan model regresi linear ganda untuk memprediksi suhu tubuh sapi berdasarkan variabel lingkungan yang diuji. Persamaan regresi linear yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$Y = -0.0014707 \cdot X_1 + 0.39772325 \cdot X_2 + 0.04927779 \cdot X_3 - 26.816842418191094$$

Dalam persamaan di atas:

- Y = variabel dependen yang merupakan suhu tubuh sapi.
- X_1 = variabel independen yang merupakan kelembapan udara (*Humidity*).
- X_2 = variabel independen yang merupakan suhu lingkungan (*Ambient Temperature*).
- X_3 = variabel independen yang merupakan tekanan barometrik (*Barometric Pressure*).
- Koefisien regresi yang diestimasi (-0.0014707, 0.39772325, dan 0.04927779) mengukur pengaruh relatif dari masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen (suhu tubuh sapi).

- f. 26.816842418191094 adalah konstanta (nilai suhu tubuh sapi apabila kelembapan udara, suhu lingkungan, dan tekanan barometrik semuanya adalah 0).

Dengan model regresi linear ini, digunakan untuk memprediksi suhu tubuh sapi berdasarkan nilai-nilai dari kelembapan udara, suhu lingkungan, dan tekanan barometrik. Selanjutnya, akan menggunakan model ini untuk melakukan prediksi suhu tubuh sapi pada data testing dan mengevaluasi kinerjanya.

4.4 Evaluasi Model

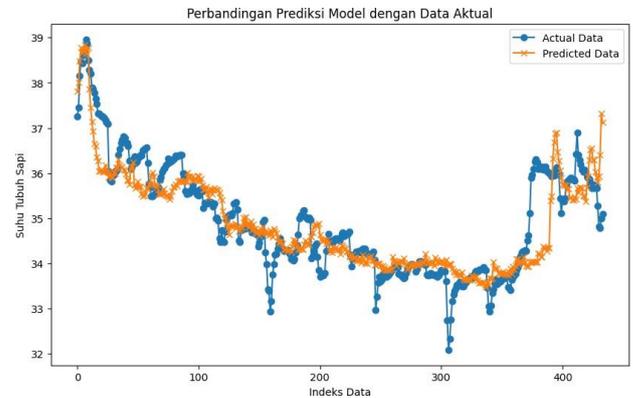
Evaluasi model adalah tahap kritis dalam analisis regresi yang bertujuan untuk menilai sejauh mana model regresi yang telah dibangun mampu memprediksi hasil dengan akurat. Dalam konteks ini, evaluasi dilakukan terhadap model regresi yang digunakan untuk memprediksi suhu tubuh sapi berdasarkan faktor lingkungan seperti kelembapan, suhu lingkungan, dan tekanan barometrik.

Evaluasi model menggunakan beberapa metrik evaluasi berikut:

- Mean Squared Error (MSE):** MSE digunakan untuk mengukur seberapa besar selisih antara nilai sebenarnya dan nilai prediksi yang dihasilkan oleh model. Nilai MSE yang rendah menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang baik dalam memprediksi data dengan akurasi tinggi. Dalam hal ini, hasil evaluasi menunjukkan nilai MSE sebesar 0,3849 untuk data pelatihan dan 0,4623 untuk data pengujian. Kedua nilai ini rendah, mengindikasikan bahwa model mampu memprediksi suhu tubuh sapi dengan tingkat kesalahan yang rendah.
- R-squared (R^2):** R-squared digunakan untuk mengukur seberapa baik variabilitas data target (suhu tubuh sapi) dapat dijelaskan oleh model. Nilai R^2 berkisar antara 0 hingga 1, di mana nilai 1 menunjukkan bahwa model secara sempurna dapat menjelaskan variasi data, sementara nilai 0 menunjukkan bahwa model tidak memberikan penjelasan apa pun. Dalam penelitian ini, hasil evaluasi menunjukkan nilai R^2 sebesar 0,7283 untuk data pelatihan dan 0,7110 untuk data pengujian. Kedua nilai ini mendekati 1, yang mengindikasikan bahwa model mampu menjelaskan sebagian besar variasi dalam data suhu tubuh sapi berdasarkan faktor lingkungan yang dianalisis. Ini menandakan bahwa model ini memiliki kemampuan yang baik dalam menjelaskan variasi dalam suhu tubuh sapi.

Dengan demikian, hasil evaluasi model menunjukkan bahwa model regresi yang digunakan dalam penelitian

ini adalah model yang baik. Model ini mampu memprediksi suhu tubuh sapi dengan tingkat kesalahan yang rendah dan mampu menjelaskan sebagian besar variasi dalam data target. Di peroleh dikaitkan teori pendukung penelitian dan atau dibandingkan dengan hasil penelitian yang saling terkait lainnya.



Gambar 11. Perbandingan data aktual dan prediksi

TABEL VI. HASIL PREDIKSI DATA SMART TERNAK

Body Temperature	Humidity	Ambient Temperature	Barometric Pressure	Hasil Prediksi
37.25	74.5	38.32	1004.3	37.8
37.45	74.0	38.82	1004.3	38
38.15	73.0	40.04	1004.2	38.49
38.46	74.0	40.75	1004.3	38.77
38.44	74.5	40.47	1004.3	38.66
38.61	75.5	40.7	1004.3	38.75
38.7	78.5	40.96	1004.3	38.85
38.96	79.5	40.46	1004.4	38.65
38.87	79.5	40.7	1004.3	38.74
38.49	80.5	40.82	1004.1	38.78
38.28	80.0	38.5	1004.3	37.87
38.2	80.5	37.44	1004.3	37.45
37.9	80.0	36.69	1004.2	37.14
37.86	80.0	36.13	1004.2	36.92
37.77	80.5	35.46	1004.1	36.65
37.65	80.0	35.31	1004.2	36.59
37.54	80.0	34.71	1004.2	36.36
37.32	78.5	34.49	1004.1	36.27
37.32	79.5	33.95	1004.0	36.04
37.28	80.0	33.94	1004.1	36.04

Untuk melihat keseluruhan data aktual atau perbandingan data dengan hasil prediksi bias diakses di link berikut:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1i-WkoRkPvmv_gWURYRjexAFA5h6YuBAouTwUMeXQpKQ/edit?usp=sharing

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian penerapan regresi linier ganda untuk prediksi suhu tubuh sapi menggunakan data *smart* ternak dari PT Telkom (studi kasus Desa Pengengat) didapatkan beberapa kesimpulan antara lain:

- a. Berdasarkan analisis data, penelitian ini menemukan bahwa suhu tubuh sapi (Y) memiliki hubungan dengan faktor lingkungan yang dianalisis, yaitu kelembaban udara (X_1), suhu lingkungan (X_2), dan tekanan barometrik (X_3). Korelasi antara suhu tubuh sapi dan faktor lingkungan dapat dijelaskan dengan baik oleh model regresi linear ganda yang telah dibangun.
- b. Model regresi linear ganda telah berhasil dibangun untuk memprediksi suhu tubuh sapi berdasarkan faktor-faktor lingkungan yang di analisis. Model ini memungkinkan untuk memahami dan mengukur pengaruh masing-masing faktor lingkungan terhadap suhu tubuh sapi dengan formula model berikut:

$$Y = -0.0014707 X_1 + 0.39772325 X_2 + 0.04927779 X_3 - 26.816842418191094 .$$

Model ini memungkinkan untuk memahami dan mengukur pengaruh masing-masing faktor lingkungan terhadap suhu tubuh sapi. Hasil pengujian model menunjukkan bahwa model ini memiliki kualitas yang baik dengan nilai MSE sebesar 0,3849 untuk data pelatihan dan 0,4623 untuk data pengujian yang rendah dan nilai R^2 sebesar 0,7283 untuk data pelatihan dan 0,7110 untuk data pengujian. Kedua nilai ini mendekati 1 yang lumayan tinggi, yang menunjukkan kemampuan model dalam memprediksi suhu tubuh sapi dengan baik dan menjelaskan variasi dalam data.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian implementasi regresi linier ganda untuk prediksi suhu tubuh sapi menggunakan data *smart* ternak dari PT Telkom (studi kasus Desa Pengengat) didapatkan beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut:

- a. Mendorong penggunaan lebih lanjut alat *smart* ternak yang telah dikembangkan oleh PT Telkom Indonesia. Alat ini dapat membantu peternak dalam memantau kesehatan dan kinerja sapi secara real-time, mengurangi kerugian akibat penyakit ternak yang tidak terdeteksi secara dini.
- b. Untuk meningkatkan akurasi dan generalisasi model, disarankan untuk mengumpulkan data yang lebih luas dan beragam. Data yang lebih

luasakan memberikan gambaran yang lebih baik tentang variasi suhu tubuh sapi dalam berbagai kondisi lingkungan.

- c. Penelitian dapat diperluas ke daerah-daerah lain dengan populasi sapi yang berbeda. Ini akan membantu memahami perbedaan regional dalam hubungan suhu tubuh sapi dengan faktor lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana dengan lancar atas bantuan beberapa pihak. Untuk itu, peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak Telkom divisi IOT yang sudah memberikan akses data di *device Smart* Ternak untuk penelitian ini. Dan terima dosen pembimbing tugas akhir saya yang sudah memberikan arahan serta dorongan kepada saya dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Faruq, Iwan Syarif, A. Ahmad Syauqi, M. H. Al Rasyid, P. Yogi Putra, "Health Monitoring and Early Diseases Detection on Dairy Cow Based on Internet of Things and Intelligent system," Jurnal International Electronics Symposium (IES), 2019.
- [2] A. Mohamad, W. Rizky, S. K. Rini, "Health Monitoring System Dengan Indikator Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Berbasis Internet of Things (IoT)," Jurnal PETIK, Vol. 7, No. 2, September 2021.
- [3] R. Muftihatur, Massikki, B. Hasrul, "Pengembangan Sistem Monitoring Ternak Sapi Untuk Sistem Pengembangan Lepas Berbasis Android di Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan," Jurnal of Embedded System Security and Intelligent System, Vol. 02, No. 2, November 2021.
- [4] Hastuti, V. "Pengujian Akurasi Alat Pengukur Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Sensor SHT11 dan Mikrokontroler Atmega 8," 2013. Jurnal Gema Pendidikan Vol. 20 No.2.
- [5] P.T. Wahyu, W. Suryo Adi, dan V. Nurlaily, "Sistem Monitoring Remote Paviliun Pada Pasien Isolasi Covid-19 Berbasis LoRa IoT – (Long Range Internet of Things)," Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika, Vol. 6, No. 1, Februari 2022.
- [6] Yusfi M., Putra, W., Derisma. "Rancang Bangun Sistem Kontrol Temperatur Untuk Proses Pendinginan Menggunakan Termoelektrik," 2015.

- Proceedings Bidang Fisika Semirata Bidang Ilmu MIPA BKS-PTN Barat, Universitas Tanjungpura Pontianak.
- [7] Agus Herwan, dan Ahmad Fauzi, "Detektor Sensor SHT11 sebagai monitoring Suhu dan Kelembaban Ruang Berbasis Mikrokontroler Atmega16a Di-Smart Avr System," Vol. 7, No. 1, Juni 2018.
- [8] R. Imami Nur, "Pengumpulan Data Dalam Penelitian Kuantitatif: Wawancara" 2013
- [9] SEMTECH, "What is LoRa," Lora PHY, Vol. 1, No. 1, pp. 1-2, 2020.
- [10] R. Sofiani, R. Kharisma and L Syafa'ah, "Sistem Monitoring Heart Rate dan Oksigen Dalam Darah Berbasis LoRa," Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia, pp. 53-61, 2021
- [11] Fatema Ahmad, Bholanath Roy, Saritha Khetawat, "Wearable Device Design for Cattle Behavior Classification Using IoT and Machine Learning" AISC, Vol 1382, 30 May 2021.
- [12] Vanessa Rosa Rotondo, "Predicting Body Weight with Linear Body Measurements in Beef Calves" University of Guelph, September 2021.
- [13] P. Schober and L. A. Schwarte, "Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation," Anesth Analg, vol. 126, no. 5, pp. 1763–1768, May 2018, doi: 10.1213/ANE.0000000000002864.
- [14] Cody Baldwin, Introduction to Correlation (Statistics), (Sep. 11, 2021).
- [15] Accessed: Agust. 01, 2023. [Online Video]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=dsyTQNUvqH0&ab_channel=CodyBaldwin
- [16] Revou, Supervised Learning, Accessed: September. 12, 2023. [Online]. Available: <https://revou.co/kosakata/supervised-learning>
- [17] Farrel, P. J & Stewart, K. R. Comprehensive Study of Tests for Normality and Symmetry; Extending the Spiegelhalter Test. Journal of Statistical Computation and Simulation, 76(9), 803-816. 2006
- [18] Syahfitri. Y, Rasyid. I.M, dan Zuhri. S.H., "Analisis Machine Learning Algoritma Regresi Linier Memprediksi Saham di Bank BRI di Bursa Saham Indonesia", Jurnal Tekinkom, Vol 6, No. 1, Juni 2023.
- [19] Sholeh. M, Rachmawati. Y.Rr, Nur.E.C., "Penerapan Regresi Linier Ganda untuk Memprediksi Hasil Nilai Kuesioner Mahasiswa dengan Menggunakan Python", Jurnal Dinamika Informatika, Vol 11, No 1, Februari 2022.
- [20] Bin. W., Ruodu, W., & Yuming. W, "Compatible matrices of Spearman's rank correlation Statistics and Probability Letters", 151, 67–72, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.spl.2019.03.015>.
- [21] Andréas. H., dan Alfonso. V., "Spearman rank correlation of the bivariate Student and scale mixtures of normal distributions", Journal of Multivariate Analysis, 179, 1–11, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2020.104650>.
- [22] Gupta. I., Rikhari. D., Mittal. H., Singh. K.A., "A Multiple Linier Regression Based Model For Average Temperature Prediction Of A Day" 11 Maret 2022.
- [23] Rusdi. W., Layuk. S.N., Fatimiyah. N.A., Muthahharah, "Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto dan Regresi Linier Berganda dalam Peramalan Jumlah Produksi Kopi", Jurnal Manajemen Informatika Komputer, Vol 7, No 2, April 2023.
- [24] Luthfiyyah. H., "Sektor Peternakan", 17 Desember 2021.
- [25] Suhu Tubuh, Frekuensi Nafas dan Denyut Jantung Sapi Potong Simental, Accessed: November, 16, 2023. [Online]. Available: [SUHU TUBUH, FREKUENSI NAFAS DAN DENYUT JANTUNG SAPI POTONG SIMENTAL - Ilmu Ternak](#)
- [26] IoT dan Smart Livestock Farming untuk meningkatkan efisiensi Usaha Peternakan, Accessed: November. 16, 2023. [Online]. Available: <https://fapet.ub.ac.id/iot-dan-smart-livestock-farming-untuk-tingkatkan-efisiensi-usaha-peternakan/>
- [27] Tentang PT Telkom Indonesia (Persero) Tbk, Accessed: Desember. 1, 2023. [Online]. Available: [Telkom | Selalu ada inovasi untuk Indonesia](#)
- [28] Texas Instruments TMP006 Infrared Thermopile Sensor, Accessed: Desember. 1, 2023. [Online]. Available: [TMP006 Infrared Thermopile Sensor - TI | DigiKey](#)
- [29] STMicroelectronics 3-axis MEMS Accelerometers Product Types, Accessed: Desember. 1, 2023.

- [Online]. Available: [Accelerometers - MEMS and Sensors - STMicroelectronics](#)
- [30] Padilah, T. N., & Adam, R. I. (2019). Analisis Regresi Linier Berganda Dalam Estimasi Produktivitas Tanaman Padi Di Kabupaten Karawang. *FIBONACCI J. Pendidik. Mat. dan Mat.*, 5(2), 117–128. DOI: 10.24853/fbc.5.2.117-128.
- [31] Basri, H. (2019). Pemodelan Regresi Berganda Untuk Data Dalam Studi Kecerdasan Emosional. *Didakt. J. Kependidikan*, 12(2), 103–116. DOI: 10.30863/didaktika.v12i2.179.
- [32] Indarwati, T., Irawati, T., & Rimawati, E. (2019). Penggunaan Metode Linear Regression Untuk Prediksi Penjualan Smartphone. *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, 6(2), 2–7.
- [33] Prasetyo, R. A., & Helma, H. (2022). Analisis Regresi Linear Berganda Untuk Melihat Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Kemiskinan di Provinsi Sumatera Barat. *Journal of Mathematics UNP*, 7(2), 62–68.
- [34] Hamdanah. F.H., Fitriannah. D., "Analisis Performa Algoritma Linear Regression dengan Generalized Linear Model Untuk Prediksi Penjualan pada Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah", *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, Vol 1, No 1, Maret 2021.
- [35] How to calculate SST, SSR, and SSE in R, Accessed: September. 28, 2023 [online]. Available: [How to Calculate SST, SSR, and SSE in R \(statology.org\)](#)