



PEMODELAN KENYAMANAN SAPI PERAH DARA DI DATARAN RENDAH TROPIS MENGGUNAKAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS* BERDASARKAN LAJU RESPIRASI

MAURA REZKY FORTUNATA



PROGRAM STUDI ILMU PRODUKSI DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pemodelan Kenyamanan Sapi Perah Dara di Dataran Rendah Tropis Menggunakan *Artificial Neural Networks* Berdasarkan Laju Respirasi” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Maura Rezky Fortunata
D1501251039



RINGKASAN

MAURA REZKY FORTUNATA. Pemodelan Kenyamanan Sapi Perah Dara di Dataran Rendah Tropis Menggunakan *Artificial Neural Networks* Berdasarkan Laju Respirasi. Dibimbing oleh IYEP KOMALA, AHMAD YANI, dan CHUSNUL ARIF.

Lingkungan dataran rendah tropis umumnya memiliki suhu lingkungan/*ambient temperature* (AT) dan kelembapan relatif/*relative humidity* (RH) yang tinggi sehingga berpotensi menyebabkan *heat stress* pada sapi perah. Salah satu respons fisiologis yang sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan adalah laju respirasi/*respiratory rate* (RR), yang dapat digunakan sebagai indikator kenyamanan ternak. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model *artificial neural networks* (ANN) untuk memprediksi RR sapi perah dara Friesian Holstein (FH) menggunakan data mikroklimat yang diperoleh melalui sistem *internet of things* (IoT) D-Ruminansia, serta mengklasifikasikan tingkat kenyamanan ternak berdasarkan nilai RR hasil prediksi.

Penelitian dilaksanakan di Cibugary Dairy Farm, Jakarta Timur, menggunakan tiga ekor sapi perah dara FH berumur 12–15 bulan. Data AT dan RH dikumpulkan secara otomatis menggunakan perangkat D-Ruminansia, sedangkan RR diukur melalui pengamatan langsung. Analisis dilakukan melalui regresi linear sederhana untuk mengetahui hubungan antarvariabel, kemudian dilanjutkan dengan pemodelan ANN berarsitektur 2-4-1 dengan AT dan RH sebagai variabel *input* serta RR sebagai variabel *output*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi mikroklimat kandang berada pada kisaran AT 24,5–37,2 °C dan RH 45,3–92,9%, sedangkan RR berada pada kisaran 28–72 rpm. Analisis regresi menunjukkan hubungan negatif yang sangat kuat antara AT dan RH ($R^2 = 0,98$), hubungan positif antara AT dan RR ($R^2 = 0,98$), serta hubungan negatif antara RH dan RR ($R^2 = 0,96$). Model ANN menghasilkan nilai *error* sebesar 0,00046 dan menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara RR aktual dan RR prediksi ($R^2 = 0,98$), yang menunjukkan kesesuaian prediksi yang tinggi pada data penelitian.

Simulasi model pada rentang AT 24–37 °C dan RH 45–93% menghasilkan prediksi RR sebesar 29–70 rpm. Berdasarkan kriteria klasifikasi yang digunakan, RR pada kisaran 26–50 rpm dikategorikan sebagai kondisi nyaman, sedangkan RR >50 rpm dikategorikan sebagai kondisi stres. Kondisi nyaman umumnya terjadi pada AT 24–27 °C, sedangkan transisi menuju kondisi stres mulai muncul pada kisaran AT 28–31 °C tergantung kombinasi RH. Pada AT 32–37 °C, sebagian besar kondisi lingkungan diklasifikasikan sebagai stres.

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi data mikroklimat D-Ruminansia dengan ANN dapat digunakan untuk memprediksi RR dan mengklasifikasikan tingkat kenyamanan sapi perah dara FH pada lingkungan dataran rendah tropis. Pendekatan ini berpotensi mendukung pengembangan sistem pemantauan kenyamanan ternak secara *real-time* berbasis IoT dan kecerdasan buatan.

Kata kunci: *artificial neural networks*, *heat stress*, laju respirasi, mikroklimat, sapi perah dara

SUMMARY

MAURA REZKY FORTUNATA. Modeling the Comfort of Dairy Heifers in Tropical Lowland Areas Using Artificial Neural Networks Based on Respiratory Rate. Supervised by IYEP KOMALA, AHMAD YANI, and CHUSNUL ARIF.

Tropical lowland environments are generally characterized by high ambient temperature (AT) and relative humidity (RH), which may increase the risk of heat stress in dairy cattle. One of the physiological responses that is highly sensitive to environmental changes is respiratory rate (RR), which can be used as an indicator of animal comfort. This study aimed to develop an artificial neural networks (ANN) model to predict the RR of Friesian Holstein (FH) dairy heifers using microclimate data collected through the D-Ruminansia internet of things (IoT) system and to classify animal comfort levels based on the predicted RR values.

The study was conducted at Cibugary Dairy Farm, East Jakarta, using three FH dairy heifers aged 12–15 months. Ambient temperature and relative humidity data were automatically collected using the D-Ruminansia device, while RR was measured through direct observation. Data analysis was carried out using simple linear regression to determine the relationships among variables, followed by ANN modeling with a 2-4-1 architecture, using AT and RH as input variables and RR as the output variable.

The results showed that the barn microclimate conditions ranged from 24.5 to 37.2 °C for AT and from 45.3 to 92.9% for RH, while RR ranged from 28 to 72 respirations per minute. Regression analysis revealed a very strong negative relationship between AT and RH ($R^2 = 0.98$), a strong positive relationship between AT and RR ($R^2 = 0.98$), and a strong negative relationship between RH and RR ($R^2 = 0.96$). The ANN model produced an error value of 0.00046 and demonstrated a very strong relationship between observed and predicted RR values ($R^2 = 0.98$), indicating a high level of prediction agreement in the study data.

Model simulations across AT and RH ranges of 24–37 °C and 45–93%, respectively, generated predicted RR values ranging from 29 to 70 respirations per minute. Based on the classification criteria used in this study, RR values ranging from 26 to 50 respirations per minute were classified as comfortable conditions, whereas RR values above 50 respirations per minute were classified as stressful conditions. Comfortable conditions generally occurred at AT ranging from 24 to 27 °C, while the transition toward stressful conditions began at AT ranging from 28 to 31 °C depending on RH combinations. At AT ranging from 32 to 37 °C, most environmental conditions were classified as stressful.

This study demonstrates that the integration of D-Ruminansia microclimate data with ANN can be used to predict RR and classify the comfort levels of FH dairy heifers under tropical lowland conditions. This approach has the potential to support the development of real-time animal comfort monitoring systems based on IoT and artificial intelligence technologies.

Keywords: artificial neural networks, dairy heifer, heat stress, microclimate, respiratory rate



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



PEMODELAN KENYAMANAN SAPI PERAH DARA DI DATARAN RENDAH TROPIS MENGGUNAKAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS* BERDASARKAN LAJU RESPIRASI

MAURA REZKY FORTUNATA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan

**PROGRAM STUDI ILMU PRODUKSI DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tesis : Pemodelan Kenyamanan Sapi Perah Dara di Dataran Rendah Tropis Menggunakan *Artificial Neural Networks* Berdasarkan Laju Respirasi

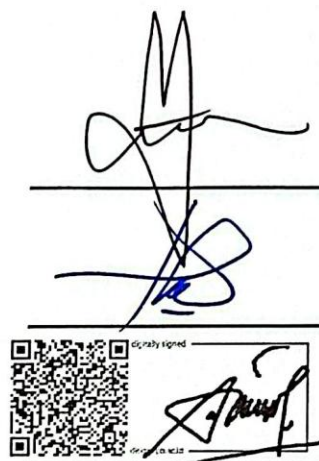
Nama : Maura Rezky Fortunata
NIM : D1501251039

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Iyep Komala, S.Pt., M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. Ahmad Yani, S.T.P., M.Si.

Pembimbing 3:
Prof. Dr. Chusnul Arif, S.T.P., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Cece Sumantri, M.Sc.
NIP.195912121986031004

Dekan Fakultas Peternakan:
Prof. Dr. Ir. Idat Galih Permana, M.Sc.Agr.
NIP.196705061991031001



Tanggal Ujian: 4 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan pada bulan Desember 2025 ini ialah pemodelan kenyamanan sapi perah dara di dataran rendah berbasis teknologi kecerdasan buatan dan *internet of things* (IoT), dengan judul “Pemodelan Kenyamanan Sapi Perah Dara di Dataran Rendah Tropis Menggunakan *Artificial Neural Networks* Berdasarkan Laju Respirasi”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Iyep Komala, S.Pt., M.Si., Dr. Ahmad Yani, S.T.P., M.Si., dan Prof. Dr. Chusnul Arif, S.T.P., M.Si., yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan moderator seminar dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak Abdan Syakur, S.Pt., yang telah memberikan izin dan membantu memfasilitasi pelaksanaan penelitian di Cibugary Dairy Farm, serta seluruh pihak yang telah membantu selama proses pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah (Agus Dwi Sudarsono), ibu (Elly Yuliani), kakak (Shavrillia Inovanny Angesti), serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang selama penulis menyelesaikan karya ilmiah ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada teman-teman sebimbingan yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan semangat selama proses penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh teman-teman seperjuangan Sinergi IPTP 58 atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang telah diberikan selama masa studi.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Maura Rezky Fortunata



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
II METODE	5
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	5
2.2 Alat dan Bahan	5
2.3 Prosedur Kerja	5
2.4 Analisis Data	8
III HASIL DAN PEMBAHASAN	11
3.1 Kondisi Umum	11
3.2 Kondisi Mikroklimat Kandang dan RR Sapi Perah Dara	12
3.3 Analisis Hubungan dan Determinasi antara AT, RH, dan RR	13
3.4 Analisis Kinerja Model ANN	16
3.5 Penerapan Model Prediksi RR Sapi Perah Dara Menggunakan ANN	17
3.6 Klasifikasi Tingkat Kenyamanan Menggunakan ANN	19
IV SIMPULAN DAN SARAN	22
4.1 Simpulan	22
4.2 Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	26
RIWAYAT HIDUP	30



DAFTAR TABEL

1	Kondisi mikroklimat (AT dan RH) serta RR sapi perah dara FH di Cibugary Dairy Farm	12
---	--	----

DAFTAR GAMBAR

1	Skema D-Ruminansia	6
2	Tampilan <i>dashboard</i> pada <i>website</i> D-Ruminansia	7
3	Skema arsitektur ANN	9
4	Grafik regresi AT dan RH	13
5	Grafik regresi AT dan RR	14
6	Grafik regresi RH dan RR	15
7	Grafik regresi RR aktual dan RR prediksi	16
8	Perbandingan RR aktual dan RR hasil prediksi ANN pada berbagai kondisi AT	17
9	Perbandingan RR aktual dan RR hasil prediksi ANN pada berbagai kondisi RH	18
10	Simulasi RR sapi perah dara terhadap AT dan RH	19

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Ethical clearance</i>	27
2	Pengolahan data	28
3	Dokumentasi kegiatan	29