

RESPON DENYUT JANTUNG DAN FREKUENSI PERNAFASAN SAPI BALI BERDASAR- KAN PERUBAHAN SUHU DAN KELEMBABAN UDARA DI DAERAH BERIKLIM TROPIKA BASAH MENGGUNAKAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS*

Response of Heart Rate and Respiratory Frequency Bali Cattle Based on Changes in Temperature and Humidity in the Wet Tropical Climates Using *Artificial Neural Networks*

Yani, A.^{1),*,*}, W. Al-Zahra^{2),#} & B. P. Purwanto^{1),#}

¹⁾Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

²⁾Sarjana Peternakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

[#]Jln. Agatis Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

ABSTRACT

Geographical distribution of Bali cattle (Bali, West Nusa Tenggara, East Nusa Tenggara and South Sulawesi) was the tropical area within the high temperature and humidity (18–35 °C and 60–97%). This condition was raising the heat stress subsequently influencing its behaviour such as the heart rate, respiratory rate and higher feed required. The microclimate modification such as the shading, watering, ventilator and shelter. The changing of heart rate and respiratory rate was done by using *Artificial Neural Networks* (ANN). The data of heart rate and respiratory rate used as input on ANN method and the output was the expected heart rate and respiratory rate on the different level of temperature and humidity. The simulation by using ANN was obtained the stress level of ambient temperature and humidity: ambient temperature 22–23 °C and humidity 79%, the ambient temperature was 23 °C and RH 78%, the ambient temperature was 24 °C and RH 77%, the ambient temperature was 25 °C and RH 71%, the ambient temperature was 26 °C and RH 66%, the ambient temperature was 27–34 °C and RH 61%. Based on simulation result by using ANN it can be concluded that mostly the geographical distribution of Bali cattle in Indonesia had a heat stress due to the high number of temperature and humidity.

Keyword : *artificial neural networks, temperature, relative humidity, heart rate, respiration rate*

PENDAHULUAN

Usaha peternakan sapi pedaging termasuk sapi bali di Indonesia banyak mengalami hambatan baik dari sisi lingkungan mikro ternak, pakan, genetik dan manajemen budidaya. Lingkungan mikro yang sangat berpengaruh adalah suhu dan kelembaban udara, kecepatan angin dan intensitas radiasi matahari. Sapi bali yang ditempatkan pada lokasi yang memiliki suhu dan kelembaban udara yang tidak mendukung, maka sapi akan mengalami cekaman panas yang berakibat pada menurunnya produktivitas sehingga potensi genetiknya tidak dapat terekspresikan secara optimal. Suhu dan kelembaban udara yang sesuai dengan lingkungan sapi pedaging termasuk sapi bali yaitu pada suhu 5–21 °C dan kelembaban relatif (RH) sebesar 50–75% (Smith, 2002).

Daerah penyebaran sapi bali meliputi Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur dan Sulawesi Selatan (Talib, 2002) merupakan daerah tropis dengan suhu dan kelembaban yang cukup tinggi (18–35 °C dan 60–97%) sehingga dapat mengakibatkan cekaman

panas pada sapi bali. Cekaman panas pada sapi bali akan berakibat pada konversi pakan yang dikonsumsi oleh sapi digunakan untuk mereduksi stres sehingga tujuan utama pemberian pakan untuk meningkatkan bobot badan akan mengalami gangguan karena sebagian pakan yang dikonsumsi digunakan untuk mereduksi panas. Cekaman panas juga dapat mempengaruhi tingkah laku sapi bali seperti meningkatnya denyut jantung, frekuensi pernafasan, konsumsi pakan dan ternak akan banyak beristirahat (Comb, 1996).

Beberapa upaya yang dilakukan oleh peternak dan ahli lingkungan peternakan dalam mengurangi cekaman panas pada sapi bali adalah memberikan naungan dalam bentuk kandang, pemberian minum dengan air dingin, pemberian kipas angin, pemberian *shelter* di sekitar kandang. Upaya ini belum dapat menjawab seberapa besar dapat mereduksi cekaman panas sapi bali akibat tingginya suhu dan kelembaban udara baik yang berasal dari lingkungan maupun dalam kandang tanpa adanya pengukuran perubahan suhu dan kelembaban udara terhadap tingkah laku ternak (denyut jantung dan frekuensi pernafasan). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengukuran perubahan suhu dan kelembaban udara dan korelasinya terhadap

*Korespondensi:
e-mail: a_yanicirebon@yahoo.co.id

perubahan tingkah laku (denyut jantung dan frekuensi pernafasan) agar besaran cekaman panas yang diterima ternak dapat diketahui (kondisi stres ternak). Korelasi antara suhu dan kelembaban udara dengan tingkah laku ternak akan membentuk suatu formula yang diharapkan dapat memprediksi kondisi tingkah laku pada suatu keadaan suhu dan kelembaban udara tertentu.

Penentuan formula dari korelasi suhu dan kelembaban udara dengan tingkah laku sapi bali dapat dilakukan dengan menggunakan *Artificial Neural Networks* (ANN). ANN memiliki kemampuan dalam memprediksi data yang akan datang berdasarkan kemiripan pola data yang akan datang dengan pola data yang sudah ada sebelumnya melalui proses *training* data dengan iterasi tertentu sampai menghasilkan tingkat *error* yang diinginkan. Data denyut jantung dan frekuensi nafas pada suhu dan kelembaban udara tertentu akan dijadikan *input* dalam ANN sedangkan *output*-nya berupa denyut jantung dan frekuensi nafas sapi bali pada berbagai suhu dan kelembaban udara yang diinginkan. Hasil prediksi menggunakan ANN dapat digunakan untuk manajemen budidaya, perkandangan dan pemilihan lokasi agar cekaman panas yang diterima sapi dapat berkurang sehingga produktivitasnya meningkat.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kelompok Peternak Rakyat Bareng Kangen, Desa Pengadangan, Kecamatan Pringgasela, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat dari Bulan Februari sampai Maret 2010. Materi yang digunakan adalah enam ekor sapi bali terdiri atas tiga ekor sapi bali dewasa dengan bobot 280-330 kg dan tiga ekor anak sapi bali dengan bobot 110-180 kg. Kandang yang digunakan adalah kandang kelompok dengan tinggi atap tiga meter dan luas kandang 8 x 6 m². Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *psycometer*, *infrared thermometer*, *stopwatch*, termometer klinik dan pita ukur (untuk menentukan bobot badan sapi bali).

Parameter iklim mikro yang diukur adalah suhu udara dan kelembaban relatif (RH) di dalam kandang sedangkan respon fisiologis yang diukur adalah denyut jantung dan respirasi. Suhu udara dan kelembaban dalam kandang diukur pada pukul 06:00; 12:00; dan 18:00 WITA menggunakan *psycometer*. Denyut jantung dihitung menggunakan *stethoscope* dan *stopwatch* di dekat tulang *axilla* sebelah kiri (dada sebelah kiri) selama satu menit dengan tiga kali ulangan setiap pengukuran. Respirasi diukur setelah dilakukan pengukuran denyut jantung. Pengukuran respirasi dilakukan dengan menempelkan *stethoscope* dan *stopwatch* di dada untuk menghitung inspirasi dan ekspirasi selama satu menit.

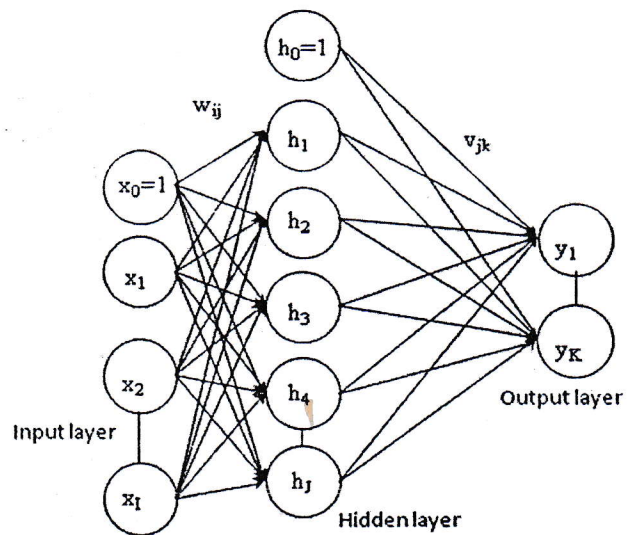
Konsepsi Tentang *Artificial Neural Networks*

Artificial Neural Networks (ANN) merupakan sistem pemrosesan informasi yang terinspirasi dari sistem kerja syaraf biologis, seperti halnya otak manusia yang memproses informasi (Stergiou dan Siganos, 2006). Tujuan dari dibentuknya ANN adalah untuk mengenali pola data yang ada. ANN yang dilatih dengan data yang ada, maka dapat digunakan untuk memprediksi data yang akan datang berdasarkan kemiripan pola data yang akan

datang dengan pola data yang sudah ada sebelumnya. ANN telah digeneralisasi sebagai model matematik dari kognosi manusia, yang berlandaskan pada asumsi-asumsi: 1) pemrosesan informasi terjadi pada elemen-elemen sederhana (neuraon); 2) sinyal-sinyal dikirim antar neuron melalui *connection-links* (sinapsis); 3) setiap sinapsis memiliki bobot tertentu, tergantung tipe neural networks; 4) setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi (biasanya tak linear) yang merupakan penjumlahan dari sinyal-sinyal input yang menghasilkan sinyal-sinyal *output*.

Arsitektur ANN terdiri atas: 1) *feed-forward networks*, membolehkan sinyal untuk bergerak satu arah saja, dari *input* ke *output*. *Output* dari setiap lapisan tidak mempunyai efek terhadap lapisan yang sama; 2) *feedback networks*, membolehkan pergerakan sinyal dalam dua arah dengan melakukan *looping* pada *networks* sehingga sangat *powerfull* dan sangat rumit; 3) *networks layer*, unit pada lapisan input terhubung dengan unit lapisan *hidden* dan unit lapisan *hidden* terhubung dengan unit pada lapisan *output*. Antar dua unit pada lapisan yang berbeda dihubungkan oleh suatu pembobot yang menunjukkan kekuatan hubungan antara kedua unit tersebut. Lapisan input berfungsi sebagai *holding site* untuk nilai-nilai input yang akan diproses ke *networks*. Skema arsitektur dari jaringan syaraf tiruan dapat dilihat pada Gambar 1.

Setiap ANN memiliki pengetahuan yang terkandung dalam nilai dari bobot hubungan. Berdasarkan cara belajarnya, ANN dapat dibedakan dalam dua kategori utama, yaitu: 1) *fixed networks*, bobot tidak dapat berubah ($d_w/d_t = 0$). Dalam beberapa *networks*, bobotnya ditetapkan terlebih dahulu berdasarkan permasalahan yang ingin diselesaikan; 2) *adaptive networks*, bobot dapat berubah ($d_w/d_t \neq 0$) yang dibedakan menjadi: a) *supervised learning* yang melibatkan pengajar eksternal, sehingga setiap unit *output* diperintahkan untuk mengetahui respon apa yang seharusnya muncul dari sinyal *input*; b) *unsupervised learning*, tidak melibatkan pengajar eksternal dan hanya berdasarkan informasi lokal, tidak ada *vector output target*, *networks* hanya mempelajari hubungan dalam *vector input* saja (Stergiou dan Siganos, 2006)



Gambar 1. Skema Arsitektur *Artificial Neural Networks*

Keterangan Gambar 1:

- x_i = input variable of node i input layer
- h_j = output of node j in hidden layer
- y_k = output of node k in output layer (predicted value for node k)
- W_{ij} = weights connecting node i in input layer and node j in hidden layer
- W_{jk} = weights connecting node j in hidden layer and node k in output layer

Algoritma Backpropagation

Algoritma *Backpropagation* membagi proses belajar ANN menjadi 4 tahapan utama yang dilakukan secara iterative sehingga jaringan menghasilkan perilaku yang diinginkan. Tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Inisialisasi*: pada tahap inisialisasi, dilakukan normalisasi data input (x_i) dan target t_k menjadi nilai dengan kisaran [0..1], kemudian memberikan nilai pada w_{ij} dan v_{jk} secara random dengan kisaran (-1 sampai 1)
2. *Feed forwards step*: melakukan taining pada x_i dan t_k kemudian menghitung besarnya h_j dan y_k

$$h_j = \frac{1}{1 + e^{-\sum w_{ij} x_i}} \quad y_k = \frac{1}{1 + e^{-\sum v_{jk} h_j}}$$

3. *Backward step*: menentukan nilai w_{ij} dan v_{jk} , menghitung *error* pada output layer, menentukan δ_k , v_{jk} , τ_k dan w_k

$$\delta_k = y_k (1-t_k)(t_k-y_k)$$

$$v_{jk} = v_{jk} + \beta \delta_k \cdot h_j$$

$$\tau_j = h_j (1-h_j) \sum_k \delta_k \cdot v_{jk}$$

$$w_{ij} = w_{ij} + \beta \tau_j \cdot x_i$$

dimana β adalah *constant of learning rate* (misal $\beta=0,5$)

4. Menentukan *error* atau galat acuan dengan cara jumlah kuadrat dari selisih *output* aktual dengan rumus sebagai berikut:

$$E = \sum_{k=1}^N (Y_k - t_k)^2 < \xi$$

dimana:

- t_k = vektor nilai *output* yang diharapkan
- Y_k = vektor nilai *output* aktual
- N = banyaknya jumlah data dalam *training*
- ξ = besar galat yang diinginkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran, denyut jantung dan frekuensi pernapasan sapi bali akan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu dan kelembaban udara. Hasil pengukuran denyut jantung dan frekuensi pernapasan sapi bali di Desa Pengadangan, Kecamatan Pringgasela, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat dapat dilihat pada Tabel 1. Pengukuran denyut jantung dan frekuensi pernapasan sapi bali dilakukan pada sapi yang sudah ditraining terlebih dahulu.

Data dari Tabel 1 dijadikan *input* dan *output* untuk

Tabel 1. Hasil Pengukuran Denyut Jantung dan Frekuensi Pernafasan Sapi Bali pada Suhu dan Kelembaban Berbeda

No.	Suhu udara (°C)	Kelembaban udara (RH)	Denyut jantung (kali/menit)	Frekuensi Pernafasan (kali/menit)
1.	22,20	60,70	61,87	24,83
2.	22,50	61,00	64,49	26,92
3.	23,00	63,50	67,11	27,42
4.	23,30	67,20	68,07	27,67
5.	23,70	69,90	69,68	28,35
6.	24,10	70,40	75,32	29,33
7.	24,40	73,50	76,72	29,41
8.	24,70	75,80	76,89	29,65
9.	25,20	78,30	79,26	30,18
10.	25,70	79,60	79,61	30,37
11.	26,10	80,60	81,66	30,47
12.	26,40	81,20	82,41	30,56
13.	26,70	82,40	82,79	30,56
14.	27,00	83,10	83,56	31,00
15.	27,30	84,70	84,07	31,94
16.	28,10	85,60	84,07	32,00
17.	28,90	86,50	87,71	32,87
18.	29,30	87,40	88,58	33,11
19.	29,60	88,70	89,37	33,60
20.	30,10	89,30	90,20	34,22
21.	31,80	90,00	90,60	34,28
22.	32,00	90,30	91,00	35,27
23.	32,90	90,70	91,83	36,21
24.	33,30	92,00	93,21	39,13
25.	33,80	92,50	94,80	40,10

operasional ANN. *Input* berupa $x_0 = 1$; x_1 = suhu udara dan x_2 = kelembaban udara (RH), sedangkan *output*-nya berupa y_{11} = denyut jantung (kali/menit) dan y_{12} = frekuensi pernafasan (kali/menit) seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Data yang tertera pada Tabel 2 dinormalkan dengan selang [0...1] dan didapatkan hasil normalisasi data pada *input* (x_0 , x_1 dan x_2) dan *output* (y_{11} dan y_{12}) seperti tertera pada Tabel 3. Masing-masing data input (x_0 , x_1 dan x_2) dan *output* (y_{11} dan y_{12}) diberikan sebanyak 25 data ulangan berdasarkan hasil pengukuran di lapangan.

Dengan 3 data input (x_0 , x_1 dan x_2) dan 2 data output (y_{11} dan y_{12}), dibuat *hidden layer* sebanyak 6 (h_0, \dots, h_5) seperti tertera pada Gambar 2.

Tersedianya 6 *hidden layer* dan 2 y_i , dan iterasi dilakukan secara simultan, maka dalam proses iterasi dan perhitungannya melibatkan 3 *input* (x_0 , x_1 dan x_2), 2 *output* yaitu (y_{11} dan y_{12}), 2 y_p yaitu (y_{p1} dan y_{p2}), 12 *hidden layer* (h_{00} untuk h_{01} dan h_{02} , h_{11} , h_{21} , h_{31} , h_{41} , h_{51} , h_{12} , h_{22} , h_{32} , h_{42} dan h_{52}), 2 δ yaitu (δ_1 dan δ_2), 12 v yaitu (v_{01} , v_{11} , v_{21} , v_{31} , v_{41} , v_{51} , v_{02} , v_{12} , v_{22} , v_{32} , v_{42} , v_{52}), 10 τ yaitu (τ_{11} , τ_{21} , τ_{31} ,

perubahan tingkah laku (denyut jantung dan frekuensi pernafasan) agar besaran cekaman panas yang diterima ternak dapat diketahui (kondisi stres ternak). Korelasi antara suhu dan kelembaban udara dengan tingkah laku ternak akan membentuk suatu formula yang diharapkan dapat memprediksi kondisi tingkah laku pada suatu keadaan suhu dan kelembaban udara tertentu.

Penentuan formula dari korelasi suhu dan kelembaban udara dengan tingkah laku sapi bali dapat dilakukan dengan menggunakan *Artificial Neural Networks* (ANN). ANN memiliki kemampuan dalam memprediksi data yang akan datang berdasarkan kemiripan pola data yang akan datang dengan pola data yang sudah ada sebelumnya melalui proses *training* data dengan iterasi tertentu sampai menghasilkan tingkat *error* yang diinginkan. Data denyut jantung dan frekuensi nafas pada suhu dan kelembaban udara tertentu akan dijadikan *input* dalam ANN sedangkan *output*-nya berupa denyut jantung dan frekuensi nafas sapi bali pada berbagai suhu dan kelembaban udara yang diinginkan. Hasil prediksi menggunakan ANN dapat digunakan untuk manajemen budidaya, perkandangan dan pemilihan lokasi agar cekaman panas yang diterima sapi dapat berkurang sehingga produktivitasnya meningkat.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kelompok Peternak Rakyat Bareng Kangen, Desa Pengadangan, Kecamatan Pringgasea, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat dari Bulan Februari sampai Maret 2010. Materi yang digunakan adalah enam ekor sapi bali terdiri atas tiga ekor sapi bali dewasa dengan bobot 280-330 kg dan tiga ekor anak sapi bali dengan bobot 110-180 kg. Kandang yang digunakan adalah kandang kelompok dengan tinggi atap tiga meter dan luas kandang 8 x 6 m². Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *psycometer*, *infrared thermometer*, *stopwatch*, termometer klinik dan pita ukur (untuk menentukan bobot badan sapi bali).

Parameter iklim mikro yang diukur adalah suhu udara dan kelembaban relatif (RH) di dalam kandang sedangkan respon fisiologis yang diukur adalah denyut jantung dan respirasi. Suhu udara dan kelembaban dalam kandang diukur pada pukul 06:00; 12:00; dan 18:00 WITA menggunakan *psycometer*. Denyut jantung dihitung menggunakan *stethoscope* dan *stopwatch* di dekat tulang *axilla* sebelah kiri (dada sebelah kiri) selama satu menit dengan tiga kali ulangan setiap pengukuran. Respirasi diukur setelah dilakukan pengukuran denyut jantung. Pengukuran respirasi dilakukan dengan menempelkan *stethoscope* dan *stopwatch* di dada untuk menghitung inspirasi dan ekspirasi selama satu menit.

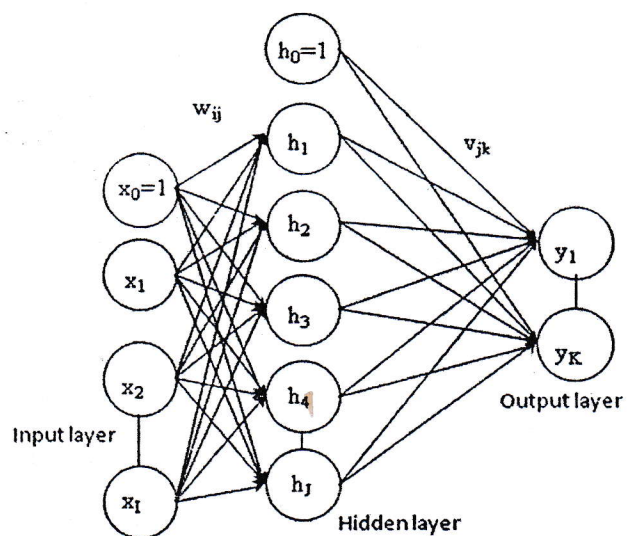
Konsepsi Tentang *Artificial Neural Networks*

Artificial Neural Networks (ANN) merupakan sistem pemrosesan informasi yang terinspirasi dari sistem kerja syaraf biologis, seperti halnya otak manusia yang memproses informasi (Stergiou dan Siganos, 2006). Tujuan dari dibentuknya ANN adalah untuk mengenali pola data yang ada. ANN yang dilatih dengan data yang ada, maka dapat digunakan untuk memprediksi data yang akan datang berdasarkan kemiripan pola data yang akan

datang dengan pola data yang sudah ada sebelumnya. ANN telah digeneralisasi sebagai model matematik dari kognosi manusia, yang berlandaskan pada asumsi-asumsi: 1) pemrosesan informasi terjadi pada elemen-elemen sederhana (neuraon); 2) sinyal-sinyal dikirim antar neuron melalui *connection-links* (sinapsis); 3) setiap sinapsis memiliki bobot tertentu, tergantung tipe neural networks; 4) setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi (biasanya tak linear) yang merupakan penjumlahan dari sinyal-sinyal input yang menghasilkan sinyal-sinyal *output*.

Arsitektur ANN terdiri atas: 1) *feed-forward networks*, membolehkan sinyal untuk bergerak satu arah saja, dari *input* ke *output*. *Output* dari setiap lapisan tidak mempunyai efek terhadap lapisan yang sama; 2) *feedback networks*, membolehkan pergerakan sinyal dalam dua arah dengan melakukan *looping* pada *networks* sehingga sangat *powerfull* dan sangat rumit; 3) *networks layer*, unit pada lapisan input terhubung dengan unit lapisan *hidden* dan unit lapisan *hidden* terhubung dengan unit pada lapisan *output*. Antar dua unit pada lapisan yang berbeda dihubungkan oleh suatu pembobot yang menunjukkan kekuatan hubungan antara kedua unit tersebut. Lapisan input berfungsi sebagai *holding site* untuk nilai-nilai input yang akan diproses ke *networks*. Skema arsitektur dari jaringan syaraf tiruan dapat dilihat pada Gambar 1.

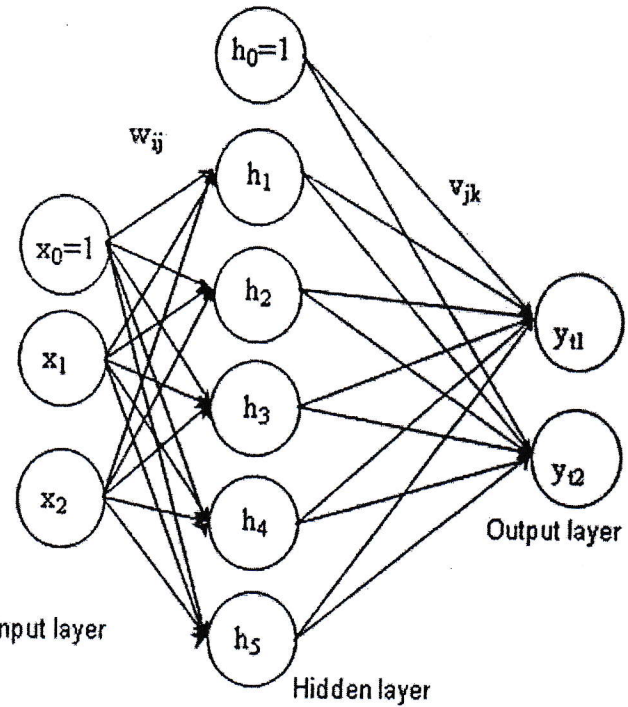
Setiap ANN memiliki pengetahuan yang terkandung dalam nilai dari bobot hubungan. Berdasarkan cara belajarnya, ANN dapat dibedakan dalam dua kategori utama, yaitu: 1) *fixed networks*, bobot tidak dapat berubah ($d_w/d_t = 0$). Dalam beberapa *networks*, bobotnya ditetapkan terlebih dahulu berdasarkan permasalahan yang ingin diselesaikan; 2) *adaptive networks*, bobot dapat berubah ($d_w/d_t \neq 0$) yang dibedakan menjadi: a) *supervised learning* yang melibatkan pengajar eksternal, sehingga setiap unit *output* diperintahkan untuk mengetahui respon apa yang seharusnya muncul dari sinyal *input*; b) *unsupervised learning*, tidak melibatkan pengajar eksternal dan hanya berdasarkan informasi lokal, tidak ada *vector output target*, *networks* hanya mempelajari hubungan dalam *vector input* saja (Stergiou dan Siganos, 2006)



Gambar 1. Skema Arsitektur *Artificial Neural Networks*

Tabel 2. Data Output dan Input untuk Proses Iterasi ANN

Nomor	x_1	x_2	y_{11}	y_{12}
1.	22,20	60,70	61,87	24,83
2.	22,50	61,00	64,49	26,92
3.	23,00	63,50	67,11	27,42
4.	23,30	67,20	68,07	27,67
5.	23,70	69,90	69,68	28,35
6.	24,10	70,40	75,32	29,33
7.	24,40	73,50	76,72	29,41
8.	24,70	75,80	76,89	29,65
9.	25,20	78,30	79,26	30,18
10.	25,70	79,60	79,61	30,37
11.	26,10	80,60	81,66	30,47
12.	26,40	81,20	82,41	30,56
13.	26,70	82,40	82,79	30,56
14.	27,00	83,10	83,56	31,00
15.	27,30	84,70	84,07	31,94
16.	28,10	85,60	84,07	32,00
17.	28,90	86,50	87,71	32,87
18.	29,30	87,40	88,58	33,11
19.	29,60	88,70	89,37	33,60
20.	30,10	89,30	90,20	34,22
21.	31,80	90,00	90,60	34,28
22.	32,00	90,30	91,00	35,27
23.	32,90	90,70	91,83	36,21
24.	33,30	92,00	93,21	39,13
25.	33,80	92,50	94,80	40,10
Min	18,00	60,00	40,00	10,00
Maks	35,00	97,00	120,00	60,00



Gambar 2. Skema Arsitektur ANN untuk Prediksi Denyut Jantung dan Pernafasan Sapi Bali pada Suhu dan Kelembaban Udara Berbeda

korelasi antara suhu dan kelembaban udara lingkungan dengan tingkat stres sapi berdasarkan denyut jantung dan frekuensi pernafasan. Denyut jantung sapi pada kondisi normal berkisar antara 60-80 kali/menit sedangkan pada kondisi stres berat dapat mencapai 40 atau 120 kali/menit (Radostits *et al.*, 1999). Respirasi sapi pada kondisi normal dapat berlangsung 20-30 kali/menit dan pada kondisi stres dapat mencapai 10-60 kali/menit (Houpt, 2005).

Berdasarkan hasil prediksi menggunakan ANN, frekuensi pernafasan sapi bali sangat sensitif dipengaruhi oleh perubahan kelembaban udara dan suhu udara. Sapi bali mulai mengalami stres pada suhu udara 22-23 °C dengan RH sebesar 79% (denyut jantung), suhu udara 24 °C dengan RH sebesar 77% (denyut jantung), suhu udara 25 °C dengan RH sebesar 71% (frekuensi nafas), suhu udara 26 °C dengan RH 66% (frekuensi nafas), suhu udara 27-34 °C dengan RH 61% (frekuensi nafas). Hasil analisis menggunakan ANN untuk prediksi tingkat stres sapi bali berdasarkan perubahan suhu dan kelembaban udara, sapi bali lebih tahan terhadap panas jika dibandingkan dengan persyaratan kondisi lingkungan sapi pedaging yang baik yaitu pada suhu 5-21 °C dan RH sebesar 50-75% (Smith, 2002) karena sapi bali telah beradaptasi terlebih dahulu dengan lingkungan dan secara genetik sapi bali tahan terhadap kondisi yang lebih panas dibandingkan dengan jenis sapi yang lain seperti sapi brahman, simmental, limousine, brahman cross dan brangus. Tingkat stres sapi bali berdasarkan denyut jantung dan frekuensi pernafasan pada suhu dan kelembaban udara (RH) yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa pengaruh perubahan kelembaban udara (RH) sangat mempengaruhi frekuensi pernafasan sapi bali jika dibandingkan dengan perubahan

$\tau_{41}, \tau_{51}, \tau_{12}, \tau_{22}, \tau_{32}, \tau_{42}, \tau_{52}$) dan 30 w yaitu ($w_{011}, w_{111}, w_{211}, w_{021}, w_{121}, w_{221}, w_{031}, w_{131}, w_{231}, w_{041}, w_{141}, w_{241}, w_{051}, w_{151}, w_{251}, w_{012}, w_{112}, w_{212}, w_{022}, w_{122}, w_{222}, w_{032}, w_{132}, w_{232}, w_{042}, w_{142}, w_{242}, w_{052}, w_{152}, w_{252}$).

Melalui iterasi sebanyak 103.400/25 (4.136) kali, diperoleh nilai *error* pada y_{p1} sebesar 0,002581 dan pada y_{p2} sebesar 0,004113. Penurunan nilai *error* sangat rendah setelah iterasi ke 500. Berdasarkan nilai *error* yang cukup kecil pada y_{p1} dan y_{p2} tersebut, maka ANN hasil *training* dapat dijadikan acuan untuk memprediksi denyut jantung (kali/menit) dan frekuensi pernafasan (kali/menit) pada suhu dan kelembaban udara (RH) yang berbeda-beda. Hasil prediksi denyut jantung dan frekuensi pernafasan sapi bali menggunakan ANN pada suhu dan kelembaban udara yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil prediksi yang terdapat pada Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin meningkatnya suhu udara lingkungan, maka semakin meningkat pula denyut jantung dan frekuensi pernafasan sapi bali. Semakin meningkat kelembaban udara baik pada suhu yang sama apalagi pada suhu yang meningkat pula akan diperoleh hasil prediksi pada denyut jantung dan frekuensi pernafasan sapi yang semakin meningkat. Dari Tabel 4 juga dapat diperoleh

Tabel 3. Hasil Normalisasi Data *Input* (X_1 dan X_2) dan *Output* (y_{11} dan y_{12})

Nomor	Suhu udara	Kelembaban udara (RH)	Denyut jantung (kali/menit)	Frekuensi Pernafasan (kali/menit)	Suhu udara	Kelembaban udara (RH)	Denyut jantung (kali/menit)	Frekuensi Pernafasan (kali/menit)
	X_1	X_2	Y_{11}	Y_{12}	X_1	X_2	Y_{11}	Y_{12}
1.	22,20	60,70	61,87	24,83	0,2471	0,0189	0,2734	0,2966
2.	22,50	61,00	64,49	26,92	0,2647	0,0270	0,3061	0,3384
3.	23,00	63,50	67,11	27,42	0,2941	0,0946	0,3389	0,3484
4.	23,30	67,20	68,07	27,67	0,3118	0,1946	0,3509	0,3534
5.	23,70	69,90	69,68	28,35	0,3353	0,2676	0,3710	0,3670
6.	24,10	70,40	75,32	29,33	0,3588	0,2811	0,4415	0,3866
7.	24,40	73,50	76,72	29,41	0,3765	0,3649	0,4590	0,3882
8.	24,70	75,80	76,89	29,65	0,3941	0,4270	0,4611	0,3930
9.	25,20	78,30	79,26	30,18	0,4235	0,4946	0,4908	0,4036
10.	25,70	79,60	79,61	30,37	0,4529	0,5297	0,4951	0,4074
11.	26,10	80,60	81,66	30,47	0,4765	0,5568	0,5208	0,4094
12.	26,40	81,20	82,41	30,56	0,4941	0,5730	0,5301	0,4112
13.	26,70	82,40	82,79	30,56	0,5118	0,6054	0,5349	0,4112
14.	27,00	83,10	83,56	31,00	0,5294	0,6243	0,5445	0,4200
15.	27,30	84,70	84,07	31,94	0,5471	0,6676	0,5509	0,4388
16.	28,10	85,60	84,07	32,00	0,5941	0,6919	0,5509	0,4400
17.	28,90	86,50	87,71	32,87	0,6412	0,7162	0,5964	0,4574
18.	29,30	87,40	88,58	33,11	0,6647	0,7405	0,6073	0,4622
19.	29,60	88,70	89,37	33,60	0,6824	0,7757	0,6171	0,4720
20.	30,10	89,30	90,20	34,22	0,7118	0,7919	0,6275	0,4844
21.	31,80	90,00	90,60	34,28	0,8118	0,8108	0,6325	0,4856
22.	32,00	90,30	91,00	35,27	0,8235	0,8189	0,6375	0,5054
23.	32,90	90,70	91,83	36,21	0,8765	0,8297	0,6479	0,5242
24.	33,30	92,00	93,21	39,13	0,9000	0,8649	0,6651	0,5826
25.	33,80	92,50	94,80	40,10	0,9294	0,8784	0,6850	0,6020
Min	18,00	60,00	40,00	10,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Maks	35,00	97,00	120,00	60,00	10,000	10,000	10,000	10,000

Tabel 4. Hasil Prediksi Denyut Jantung dan Frekuensi Nafas Sapi Bali Menggunakan ANN

Suhu udara (°C)	Kelembaban udara (RH, %)	Normalisasi		Hasil prediksi (skala 0 – 1)		Hasil prediksi	
		x_1	x_2	Denyut jantung (kali/menit)	Frekuensi nafas (kali/menit)	Denyut jantung (kali/menit)	Frekuensi nafas (kali/menit)
22	63	0,2353	0,0811	0,3122	0,3249	64,98	26,25
22	66	0,2353	0,1622	0,3434	0,3334	67,47	26,67
22	69	0,2353	0,2432	0,3763	0,3419	70,11	27,10
22	72	0,2353	0,3243	0,4107	0,3507	72,85	27,53
22	75	0,2353	0,4054	0,4458	0,3596	75,67	27,98
22	78	0,2353	0,4865	0,4811	0,3687	78,49	28,44
22	79	0,2353	0,5135	0,5008	0,3694	80,07	28,47
22	81	0,2353	0,5676	0,5158	0,3779	81,26	28,90
22	84	0,2353	0,6486	0,5492	0,3874	83,93	29,37
22	87	0,2353	0,7297	0,5806	0,3969	86,45	29,85

Tabel 4. Hasil Prediksi Denyut Jantung dan Frekuensi Nafas Sapi Bali Menggunakan ANN (Lanjutan)

Suhu udara (°C)	Kelembaban udara (RH, %)	Normalisasi		Hasil prediksi (skala 0 – 1)		Hasil prediksi	
		x_1	x_2	Denyut jantung (kali/menit)	Frekuensi nafas (kali/menit)	Denyut jantung (kali/menit)	Frekuensi nafas (kali/menit)
22	90	0,2353	0,8108	0,6097	0,4066	88,78	30,33
22	93	0,2353	0,8919	0,6361	0,4165	90,89	30,82
23	63	0,2941	0,0811	0,3248	0,3409	65,99	27,04
23	66	0,2941	0,1622	0,3568	0,3496	68,54	27,48
23	69	0,2941	0,2432	0,3903	0,3586	71,22	27,93
23	72	0,2941	0,3243	0,4250	0,3676	74,00	28,38
23	75	0,2941	0,4054	0,4602	0,3768	76,81	28,84
23	78	0,2941	0,4865	0,4952	0,3861	79,62	29,30
23	79	0,2941	0,5135	0,5088	0,3886	80,70	29,43
23	81	0,2941	0,5676	0,5293	0,3955	82,34	29,77
23	84	0,2941	0,6486	0,5618	0,4050	84,95	30,25
23	87	0,2941	0,7297	0,5923	0,4147	87,38	30,73
23	90	0,2941	0,8108	0,6202	0,4244	89,61	31,22
23	93	0,2941	0,8919	0,6453	0,4342	91,63	31,71
24	63	0,3529	0,0811	0,3377	0,3573	67,02	27,86
24	66	0,3529	0,1622	0,3703	0,3663	69,62	28,32
24	69	0,3529	0,2432	0,4043	0,3755	72,35	28,77
24	72	0,3529	0,3243	0,4392	0,3847	75,14	29,24
24	75	0,3529	0,4054	0,4744	0,3941	77,95	29,70
24	77	0,3529	0,4595	0,5022	0,3981	80,17	29,90
24	78	0,3529	0,4865	0,5090	0,4035	80,72	30,18
24	81	0,3529	0,5676	0,5424	0,4131	83,39	30,65
24	84	0,3529	0,6486	0,5740	0,4226	85,92	31,13
24	87	0,3529	0,7297	0,6033	0,4323	88,27	31,61
24	90	0,3529	0,8108	0,6300	0,4419	90,40	32,10
24	93	0,3529	0,8919	0,6539	0,4516	92,32	32,58
25	63	0,4118	0,0811	0,3508	0,3740	68,06	28,70
25	66	0,4118	0,1622	0,3840	0,3833	70,72	29,16
25	69	0,4118	0,2432	0,4184	0,3926	73,47	29,63
25	71	0,4118	0,2973	0,4326	0,3989	74,61	29,95
25	72	0,4118	0,3243	0,4534	0,4020	76,27	30,10
25	75	0,4118	0,4054	0,4883	0,4115	79,06	30,57
25	78	0,4118	0,4865	0,5224	0,4210	81,79	31,05
25	81	0,4118	0,5676	0,5550	0,4305	84,40	31,53
25	84	0,4118	0,6486	0,5857	0,4400	86,85	32,00
25	87	0,4118	0,7297	0,6138	0,4495	89,11	32,48
25	90	0,4118	0,8108	0,6393	0,4590	91,15	32,95
25	93	0,4118	0,8919	0,6620	0,4684	92,96	33,42
26	63	0,4706	0,0811	0,3640	0,3910	69,12	29,55
26	66	0,4706	0,1622	0,3977	0,4005	71,82	30,02
26	69	0,4706	0,2432	0,4324	0,4099	74,59	30,50
26	72	0,4706	0,3243	0,4673	0,4194	77,39	30,97
26	75	0,4706	0,4054	0,5019	0,4289	80,15	31,44
26	78	0,4706	0,4865	0,5354	0,4383	82,83	31,92

Tabel 4. Hasil Prediksi Denyut Jantung dan Frekuensi Nafas Sapi Bali Menggunakan ANN (Lanjutan)

Suhu udara (°C)	Kelembaban udara (RH, %)	Normalisasi		Hasil prediksi (skala 0 – 1)		Hasil prediksi	
		x_1	x_2	Denyut jantung (kali/menit)	Frekuensi nafas (kali/menit)	Denyut jantung (kali/menit)	Frekuensi nafas (kali/menit)
26	81	0,4706	0,5676	0,5672	0,4477	85,37	32,39
26	84	0,4706	0,6486	0,5967	0,4571	87,74	32,85
26	87	0,4706	0,7297	0,6238	0,4664	89,90	33,32
26	90	0,4706	0,8108	0,6480	0,4756	91,84	33,78
26	93	0,4706	0,8919	0,6695	0,4846	93,56	34,23
27	61	0,5294	0,0270	0,3602	0,4016	68,82	30,08
27	63	0,5294	0,0811	0,3774	0,4083	70,19	30,41
27	66	0,5294	0,1622	0,4115	0,4178	72,92	30,89
27	69	0,5294	0,2432	0,4463	0,4273	75,70	31,36
27	72	0,5294	0,3243	0,4811	0,4367	78,49	31,83
27	75	0,5294	0,4054	0,5152	0,4461	81,22	32,30
27	78	0,5294	0,4865	0,5480	0,4554	83,84	32,77
27	81	0,5294	0,5676	0,5788	0,4646	86,30	33,23
27	84	0,5294	0,6486	0,6073	0,4737	88,58	33,68
27	87	0,5294	0,7297	0,6331	0,4826	90,65	34,13
27	90	0,5294	0,8108	0,6561	0,4915	92,49	34,57
27	93	0,5294	0,8919	0,6764	0,5001	94,11	35,01
28	61	0,5882	0,0270	0,3735	0,4071	69,88	30,36
28	63	0,5882	0,0811	0,3909	0,4257	71,27	31,28
28	66	0,5882	0,1622	0,4253	0,4352	74,02	31,76
28	69	0,5882	0,2432	0,4601	0,4446	76,81	32,23
28	72	0,5882	0,3243	0,4946	0,4539	79,57	32,69
28	75	0,5882	0,4054	0,5282	0,4630	82,25	33,15
28	78	0,5882	0,4865	0,5601	0,4721	84,81	33,60
28	81	0,5882	0,5676	0,5899	0,4810	87,19	34,05
28	84	0,5882	0,6486	0,6172	0,4897	89,38	34,49
28	87	0,5882	0,7297	0,6419	0,4983	91,35	34,91
28	90	0,5882	0,8108	0,6637	0,5067	93,10	35,33
28	93	0,5882	0,8919	0,6828	0,5148	94,63	35,74
29	61	0,6471	0,0270	0,3870	0,4328	70,96	31,64
29	63	0,6471	0,0811	0,4044	0,4432	72,35	32,16
29	66	0,6471	0,1622	0,4390	0,4525	75,12	32,63
29	69	0,6471	0,2432	0,4737	0,4617	77,90	33,09
29	72	0,6471	0,3243	0,5078	0,4708	80,63	33,54
29	75	0,6471	0,4054	0,5407	0,4797	83,26	33,98
29	78	0,6471	0,4865	0,5717	0,4884	85,74	34,42
29	81	0,6471	0,5676	0,6005	0,4969	88,04	34,84
29	84	0,6471	0,6486	0,6266	0,5052	90,13	35,26
29	87	0,6471	0,7297	0,6501	0,5132	92,01	35,66
29	90	0,6471	0,8108	0,6707	0,5211	93,66	36,05
29	93	0,6471	0,8919	0,6887	0,5287	95,10	36,43
30	61	0,7059	0,0270	0,3979	0,4375	71,83	31,87
30	63	0,7059	0,0811	0,4180	0,4607	73,44	33,03
30	66	0,7059	0,1622	0,4526	0,4698	76,21	33,49

Tabel 4. Hasil Prediksi Denyut Jantung dan Frekuensi Nafas Sapi Bali Menggunakan ANN (Lanjutan)

Suhu udara (°C)	Kelembaban udara (RH, %)	Normalisasi		Hasil prediksi (skala 0 – 1)		Hasil prediksi	
		x_1	x_2	Denyut jantung (kali/menit)	Frekuensi nafas (kali/menit)	Denyut jantung (kali/menit)	Frekuensi nafas (kali/menit)
30	69	0,7059	0,2432	0,4871	0,4787	78,97	33,93
30	72	0,7059	0,3243	0,5207	0,4874	81,66	34,37
30	75	0,7059	0,4054	0,5528	0,4959	84,23	34,79
30	78	0,7059	0,4865	0,5829	0,5041	86,63	35,21
30	81	0,7059	0,5676	0,6105	0,5121	88,84	35,61
30	84	0,7059	0,6486	0,6355	0,5199	90,84	35,99
30	87	0,7059	0,7297	0,6577	0,5274	92,62	36,37
30	90	0,7059	0,8108	0,6773	0,5347	94,18	36,73
30	93	0,7059	0,8919	0,6942	0,5416	95,53	37,08
31	61	0,7647	0,0270	0,4178	0,4485	73,42	32,43
31	63	0,7647	0,0811	0,4315	0,4781	74,52	33,90
31	66	0,7647	0,1622	0,4661	0,4868	77,29	34,34
31	69	0,7647	0,2432	0,5002	0,4953	80,02	34,77
31	72	0,7647	0,3243	0,5332	0,5036	82,66	35,18
31	75	0,7647	0,4054	0,5645	0,5115	85,16	35,58
31	78	0,7647	0,4865	0,5935	0,5193	87,48	35,96
31	81	0,7647	0,5676	0,6200	0,5267	89,60	36,34
31	84	0,7647	0,6486	0,6438	0,5339	91,51	36,69
31	87	0,7647	0,7297	0,6649	0,5408	93,19	37,04
31	90	0,7647	0,8108	0,6833	0,5474	94,66	37,37
31	93	0,7647	0,8919	0,6992	0,5537	95,93	37,69
32	61	0,8235	0,0270	0,4312	0,4551	74,46	32,76
32	63	0,8235	0,0811	0,4450	0,4954	75,60	34,77
32	66	0,8235	0,1622	0,4794	0,5036	78,35	35,18
32	69	0,8235	0,2432	0,5131	0,5116	81,05	35,58
32	72	0,8235	0,3243	0,5454	0,5193	83,63	35,96
32	75	0,8235	0,4054	0,5757	0,5267	86,06	36,33
32	78	0,8235	0,4865	0,6037	0,5338	88,29	36,69
32	81	0,8235	0,5676	0,6290	0,5406	90,32	37,03
32	84	0,8235	0,6486	0,6516	0,5471	92,13	37,36
32	87	0,8235	0,7297	0,6716	0,5534	93,73	37,67
32	90	0,8235	0,8108	0,6889	0,5593	95,11	37,97
32	93	0,8235	0,8919	0,7038	0,5649	96,30	38,25
33	61	0,8824	0,0270	0,4382	0,4911	75,06	34,56
33	63	0,8824	0,0811	0,4584	0,5124	76,67	35,62
33	66	0,8824	0,1622	0,4925	0,5201	79,40	36,00
33	69	0,8824	0,2432	0,5256	0,5274	82,05	36,37
33	72	0,8824	0,3243	0,5571	0,5345	84,57	36,72
33	75	0,8824	0,4054	0,5864	0,5412	86,92	37,06
33	78	0,8824	0,4865	0,6133	0,5477	89,06	37,38
33	81	0,8824	0,5676	0,6375	0,5538	91,00	37,69
33	84	0,8824	0,6486	0,6590	0,5596	92,72	37,98
33	87	0,8824	0,7297	0,6778	0,5651	94,22	38,26
33	90	0,8824	0,8108	0,6940	0,5704	95,52	38,52

Tabel 4. Hasil Prediksi Denyut Jantung dan Frekuensi Nafas Sapi Bali Menggunakan ANN (Lanjutan)

Suhu udara (°C)	Kelembaban udara (RH, %)	Normalisasi		Hasil prediksi (skala 0 – 1)		Hasil prediksi	
		x_1	x_2	Denyut jantung (kali/menit)	Frekuensi nafas (kali/menit)	Denyut jantung (kali/menit)	Frekuensi nafas (kali/menit)
33	93	0,8824	0,8919	0,7080	0,5753	96,64	38,77
34	61	0,9412	0,0270	0,4545	0,5060	76,36	35,30
34	63	0,9412	0,0811	0,4717	0,5292	77,73	36,46
34	66	0,9412	0,1622	0,5054	0,5362	80,43	36,81
34	69	0,9412	0,2432	0,5378	0,5428	83,03	37,14
34	72	0,9412	0,3243	0,5684	0,5491	85,47	37,46
34	75	0,9412	0,4054	0,5967	0,5551	87,74	37,76
34	78	0,9412	0,4865	0,6224	0,5608	89,80	38,04
34	81	0,9412	0,5676	0,6455	0,5662	91,64	38,31
34	84	0,9412	0,6486	0,6658	0,5713	93,26	38,57
34	87	0,9412	0,7297	0,6835	0,5761	94,68	38,81
34	90	0,9412	0,8108	0,6988	0,5807	95,90	39,03
34	93	0,9412	0,8919	0,7118	0,5849	96,94	39,25

Tabel 5. Kondisi Suhu dan Kelembaban Udara pada Saat Sapi Bali Mulai Mengalami Cekaman Panas dengan Indikator Denyut Jantung dan Frekuensi Pernafasan

Suhu udara (°C)	Kelembaban udara (RH, %)	Indikator stres
22 - 23	79	denyut jantung
24	77	denyut jantung
25	71	frekuensi pernafasan
26	66	frekuensi pernafasan
27 - 34	61	frekuensi pernafasan

denyut jantung. Pada temperatur yang lebih rendah (22–24 °C), denyut jantung sapi bali lebih sensitif terkena stres akibat peningkatan RH jika dibandingkan dengan frekuensi pernafasan. Pada temperatur yang lebih tinggi dari kondisi nyaman, ternak akan melakukan penyesuaian secara fisiologis dan secara tingkah laku (*behaviour*). Secara fisiologis ternak yang mengalami cekaman panas akan berakibat pada: 1) penurunan nafsu makan; 2) peningkatan konsumsi minum; 3) penurunan metabolisme dan peningkatan katabolisme; 4) peningkatan pelepasan panas melalui penguapan; 5) penurunan konsentrasi hormon dalam darah; 6) peningkatan temperatur tubuh, respirasi dan denyut jantung (McDowell, 1972); dan 7) perubahan tingkah laku (Ingram dan Dauncey, 1985) dan 8) meningkatnya intensitas berteduh sapi (Combs, 1996).

KESIMPULAN

Artificial Neural Networks dapat digunakan untuk memprediksi denyut jantung dan frekuensi pernafasan sapi bali dengan input suhu dan kelembaban udara (RH) dengan *error* sebesar 0,002581 (denyut jantung) dan 0,004113

(frekuensi pernafasan). Berdasarkan hasil prediksi menggunakan ANN, sapi bali akan mulai mengalami cekaman panas (stres) pada suhu udara 22-24 °C dengan kelembaban udara (RH) 77-79% yang dicirikan dengan meningkatnya denyut jantung, sedangkan meningkatnya frekuensi pernafasan terjadi pada suhu 25-34 °C dengan RH 61-71% sehingga sapi bali yang tersebar Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur dan Sulawesi Selatan sebagian besar mengalami cekaman panas karena suhu dan kelembaban udara yang cukup tinggi di daerah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Zahra, W. 2010. Pengaruh lingkungan mikroklimat terhadap respon fisiologis sapi bali pada bahan atap kandang yang berbeda. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Combs, D. 1996. Drinking water requirement for heat stressed dairy cattle. Univ. of Wisconsin Dairy Profit Report Vol 8. No.3. <http://www.wise.edu/dairy-profit/dpr/dpr83.pdf>. [25 Juni 2010].
- Houpt, K. A. 2005. Domestic Animal Behavior For Veterinarians And Animal Scientists. Elsevier. Philadelphia. USA.
- Ingram, D. L. & M. J. Dauncey. 1985. Thermoregulatory Behavior. In : Stress Physiology of Livestock. Vol. 1. Yousef (Ed). CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. P. 98-107.
- McDowell, R. E. 1972. Improvement of Livestock Production in Warm Climate. W.H. Freeman and Company, San Francisco. p.1-128.
- Radostits, O. M., Gay, C.C. & Arundel, J.H. 2005. Veterinary Medicine: A Textbook Of The Diseases Of Cattle, Sheep, Pigs And Horse. Blackwell Publishing Professional. Iowa, USA.
- Smith, K. L. 2002. Cattle Handling and Working Facilities. The Ohio State University Extension, Ohio.
- Stergiou C. & Siganos, D. 2006. Neural Networks. http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_96/journal/vol4/cs11/report.html. [26 Juni 2010].
- Talib, C. 2002. Sapi bali di daerah sumber bibit dan peluang pengembangannya. Balai Penelitian Ternak. Bogor.

PANDUAN BAGI PENULIS

Ketentuan Umum

1. Naskah yang dikirim belum pernah diterbitkan yang dinyatakan dengan surat pernyataan dalam form terlampir.
2. Naskah merupakan hasil penelitian, analisis kebijakan atau gagasan dengan topik yang aktual dengan lingkup ilmu dan teknologi peternakan yang meliputi aspek: produksi, manajemen dan lingkungan ternak, genetika dan pemuliaan ternak, teknologi hasil ternak serta sosial ekonomi peternakan.
3. Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris. Naskah dalam bahasa Indonesia ditulis mengikuti *Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia yang Disempurnakan*.
4. Penulis mengirimkan naskah dalam bentuk *hard copy* sebanyak tiga eksemplar dan *soft copy* atau file elektronik melalui e-mail.
5. Jadwal penerbitan adalah Januari, Mei dan September.

Standar Penulisan

1. Huruf standar yang digunakan untuk penulisan adalah *Times New Roman 12*.
2. Naskah ditulis dengan jarak 2 spasi, kecuali judul, tabel (judul, tubuh dan keterangan), dan judul gambar diketik 1 spasi. Naskah diketik pada kertas ukuran A4 dengan batas (margin) pada keempat sisi adalah 3 cm dan jumlah halaman 12-20.
3. Naskah diketik menggunakan *Microsoft Word*, kecuali tabel dan grafik. Tabel menggunakan program *Microsoft Excel* dan grafik menggunakan format JPG atau TIFF.
4. Tabel dan gambar ditempatkan pada halaman akhir dari teks, yaitu setelah Daftar Pustaka.
5. Naskah diberi nomor garis (*line number*) dan nomor halaman (*page number*).
6. Naskah disusun dengan urutan judul, nama dan alamat lengkap instansi setiap penulis, abstrak, pendahuluan, materi dan metode, atau metode (khusus untuk sosial ekonomi), hasil dan pembahasan, kesimpulan, ucapan terima kasih (kalau ada) serta daftar pustaka.

Tata Cara Penulisan Naskah

1. **Judul** singkat, jelas, spesifik dan informatif yang mencerminkan secara tepat isi naskah. Panjang judul maksimal 14 kata ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris. Judul dalam bahasa Indonesia ditulis dengan huruf kapital. Kata pada judul naskah bahasa Inggris diawali dengan huruf kapital, kecuali kata: di, ke, dari, dan, yang, untuk, terhadap, dalam, pada, yang tidak terletak pada posisi awal judul.
2. **Nama penulis** ditulis lengkap.
3. **Nama lembaga/institusi** ditulis untuk seluruh penulis disertai dengan alamat lengkap, sedangkan untuk korespondensi dilengkapi dengan nomor telepon dan e-mail.
4. **Abstrak** ditulis dalam bahasa Inggris yang tidak melebihi 200 kata dan dalam satu paragraf. Abstrak ditulis secara utuh menggambarkan esensi naskah yang memuat latar belakang, metode, hasil dan kesimpulan serta mengandung semua kata kunci.
5. **Kata kunci (keyword)** maksimal 5 (lima) kata atau frasa ditulis 2 spasi setelah abstrak dan dicetak miring.
6. **Pendahuluan** ditulis secara efisien dan menggambarkan latar belakang, tujuan dan pustaka yang mendukung.
7. **Materi dan Metode** ditulis secara lengkap dan rinci sehingga penelitian tersebut sangat memungkinkan untuk diulang oleh peneliti lain, terutama hal-hal yang menyangkut bahan, penarikan contoh, prosedur, desain penelitian dan pengolahan data.
8. **Hasil dan Pembahasan** memuat hasil yang diperoleh serta interpretasi yang dikaitkan dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya.
9. **Kesimpulan** bersifat umum yang menggambarkan substansi hasil penelitian yang diperoleh bukan merupakan ringkasan hasil.
10. **Ucapan Terima Kasih** kalau ada.
11. **Tabel:**

- a) Tabel harus memberikan informasi yang jelas, utuh dan bersifat independen (memberikan informasi utuh dan jelas meskipun dibaca tanpa teks naskah).
- b) Judul berupa kalimat singkat, jelas, dan informatif tentang data tabel. Judul untuk penelitian sosial ekonomi harus disertai lokasi dan waktu pelaksanaan penelitian. Huruf kapital pada setiap kata dalam judul tabel, diletakkan di atas tabel dan diberi nomor urut dengan angka arab.
- c) Garis pemisah dibuat dalam bentuk horizontal (mendatar) terdiri atas tiga garis, yaitu dua pada bagian atas (judul kolom) dan satu pada penutup tabel, serta tidak diperkenankan menggunakan garis vertikal pada tabel.
- d) Data dilengkapi dengan standar deviasi (SD), *standard error* (SE) atau sejenisnya untuk menggambarkan variasi dan sebaran data.
- e) Penulisan keterangan signifikansi data secara statistik, menggunakan kalimat "superskrip berbeda pada baris/kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata/sangat nyata ($P < 0,05$)/($P > 0,05$)".
- f) Setiap singkatan atau simbol yang digunakan dalam tabel selalu diberi keterangan di bawah tabel sebagai penjelasan singkat singkatan atau simbol tersebut.

12. Gambar atau Grafik:

- a) Judul menggunakan jenis huruf yang seragam dengan naskah serta diletakkan di bawah gambar dan grafik berupa kalimat singkat, jelas serta diberi nomor urut sesuai dengan letaknya.
- b) Keterangan/symbol-simbol gambar dijelaskan pada judul dan tidak terpisah dari judul
- c) Ukuran gambar dan grafik dapat terbaca dengan jelas jika ukurannya dkecilkan hingga 50%.
- d) Ukuran penyebaran data (SD, SE atau CV) selalu disertakan dalam setiap grafik yang dibangun dari angka-angka hasil pengamatan.
- e) Grafik yang berbentuk kolom dibuat dalam bentuk 2 dimensi dengan isian berupa arsiran dan tidak berupa solid atau warna blok.

13. Tatanama latin 2 atau 3 kata (dicetak miring) digunakan untuk tanaman, hewan, serangga, mikroorganisme dan penyakit. Nama lengkap kimia digunakan untuk persenyawaan pada penyebutan pertama kali. Nama umum atau genetik dapat pula digunakan.

14. Satuan pengukuran dipakai Sistem Internasional (SI).

15. Penulisan angka desimal dalam tabel untuk bahasa Indonesia dipisahkan dengan koma (,) sedangkan untuk bahasa Inggris dengan titik (.).

16. Pustaka:

- a) Pengacuan menggunakan referensi 10 tahun terakhir.
- b) Pustaka yang digunakan adalah pustaka primer (jurnal, disertasi, tesis dan dokumen paten) yang relevan, tidak diperkenankan mengutip kutipan sebagai acuan pustaka, seperti: Morris *dalam* Miftah..., dan tidak diperkenankan menggunakan pustaka "Anonim" sebagai sumber acuan pustaka.
- c) Penulis wajib mengacu naskah yang pernah terbit di Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan.
- d) Tidak menggunakan skripsi sebagai acuan pustaka.
- e) Pengutipan pustaka dari internet hanya diperbolehkan dari sumber yang dapat dipertanggungjawabkan, seperti jurnal, instansi pemerintah atau swasta. Penulisan pustaka dari internet agar mencantumkan tanggal pengambilan data tersebut.
- f) Daftar pustaka memuat nama pengarang yang dirujuk dalam naskah, disusun menurut abjad pengarang dan tahun penerbitan. Penulisan pustaka berupa buku: dicantumkan semua nama penulis, tahun, judul buku, penerbit dan kota tempat terbit. Penulisan pustaka berupa jurnal: dicantumkan nama penulis, tahun, judul tulisan, nama jurnal, volume, nomor publikasi dan halaman. Nama jurnal disingkat menurut ketentuan Pubmed (ftp://ftp.ncbi.nih.gov/pubmed/J_Entrez.txt). Artikel dalam buku dicantumkan nama penulis, tahun,

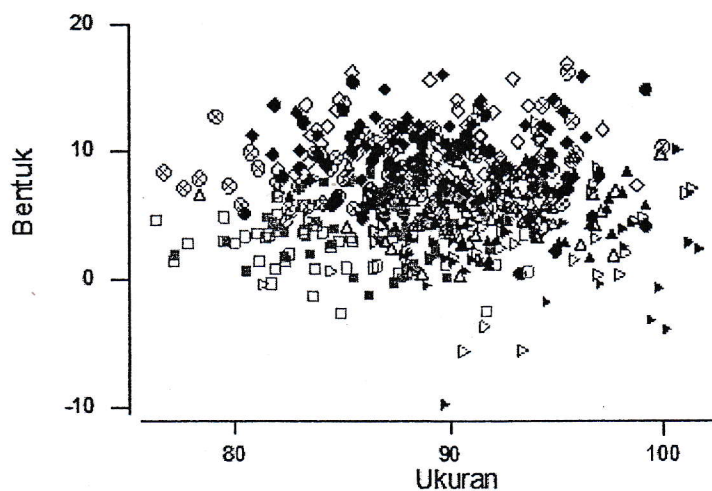
Contoh Tabel:

Tabel 3. Performa Itik Alabio Selama 10 Minggu Pemeliharaan

Peubah yang diamati	Perlakuan Pakan*)			
	K	KB	KBC	KBE
Konsumsi pakan (g/ekor)	5638±294,37 ^a	5660±282,99 ^a	5681±257,46 ^a	5644±298,20 ^a
Bobot awal (g/ekor)	86,85±24,27 ^a	90,07±24,18 ^a	84,53±21,45	89,36±26,26 ^a
Bobot akhir (g/ekor)	1384,38±42,16 ^a	1366,07±58,55 ^a	1380,03±91,29	1375,98±74,78 ^a
Pertambahan bobot badan (g/ekor)	1297,53±30,34 ^a	1276,00±82,69 ^a	1295,50±112,27 ^a	1286,62±50,22 ^a
Konversi pakan	4,35±0,19 ^a	4,46±0,53 ^a	4,42±0,60 ^a	4,39±0,09 ^a
Selisih konversi pakan perlakuan vs kontrol		(2,53%)	(1,61%)	(0,92%)

Keterangan: Superskrip yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, *) K = pakan kontrol; KB = pakan kontrol+beluntas 0,5%; KBC = pakan kontrol+beluntas 0,5%+vitamin C 250 mg/kg; KBE = pakan kontrol+beluntas 0,5%+vitamin E 400 IU

Contoh Gambar:



Gambar 1. Kerumunan Data Ukuran dan Bentuk Tubuh Domba Persilangan Lokal Garut Jantan. Kelompok Ternak Mandala Maju Umur I₀ ⊗ dan I₁ ●, Cikadu Umur I₀ □ dan I₁ ■, Lestari Umur I₀ ◇ dan I₁ ◆, Sukaresik Umur I₀ △ dan I₁ ▲ dan Harapan Jaya Umur I₀ ▷ dan I₁ ►

judul tulisan, editor, judul buku, penerbit dan kota tempat terbit. Beberapa contoh penulisan sumber acuan adalah sebagai berikut:

Buku

Aberle, E. D., J. C. Forrest, D. E. Gerrard & E. W. Mills. 2001. Principles of Meat Science. Kendal/Hunt Publishing.
Koplar, S. M. 2002. Konsep Dasar Kimia Analitik. Terjemahan: A. Saptorahardjo. UI Press, Jakarta.

Jurnal

Barone, C. M. A., P. Colatruglio, A. Girolami, D. Matassino & A. Zullo. 2007. Genetic type, sex, age at slaughter and feeding system effects on carcass and cut composition in lambs. Livest. Sci. 112: 133-142.
Black, A., P. A. Schoknecht, S. L. Ralston & S. A. Shapses. 1999. Diurnal variation and age differences in the biochemical markers of bone turnover in horse. J. Anim. Sci. 77: 75-83.
Snowder, G. D., H. A. Glimp & R. A. Field. 1994. Carcass characteristics and optimal slaughter weights in four breeds of sheep. J. Anim. Sci. 72:932-937.

Artikel dalam Buku

Nishida, T., K. Nozawa., T. Hashiguchi & S. S. Mansjoer. 1982.

Body measurement and analysis of external genetic characters of Indonesian native fowl. In: The Origin and Phylogeny of Indonesian Native Livestock :75-83.

Sulandari, S., M.S. A. Zein, S. Paryanti & T. Sartika. 2007. Taksonomi dan Asal Usul Ayam Domestikasi. Dalam: K. Dwiyanto & S. N. Prijono (Eds.). Keragaman Sumber Daya Hayati Ayam Lokal Indonesia: Manfaat dan Potensi. Edisi Pertama. LIPI Press, Jakarta. Hal: 7-24.

Tesis/Disertasi

Doho, S. R. 1994. Parameter fenotipik beberapa sifat kualitatif dan kuantitatif pada domba ekor gemuk. Tesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
Mulliyadi, D. N. 1996. Sifat fenotipik domba Priangan di Kabupaten Pandeglang dan Garut. Disertasi. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Internet

Salah E, E. Galal, T. C. Cartwright & M. Shelton. 1965. Relationships among weight and linear measurements in sheep and heritability estimates. J. Anim. Sci 24: 388-391. <http://jass.fass.org>. [22 Juni 2008].
Combs, D. 1996. Drinking water requirement for heat stressed dairy

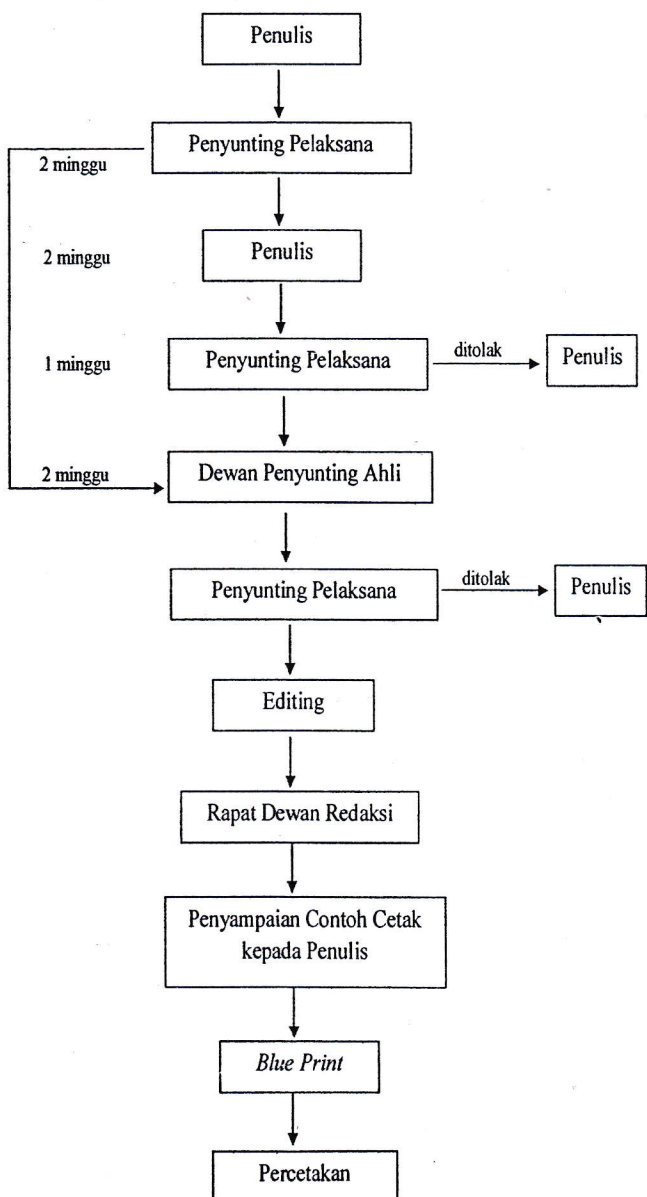
cattle. Univ. of Wisconsin Dairy Profit Report Vol 8. No.3. <http://www.wise.edu/dairy-profit/dpr/dpr83.pdf>. [25 Juni 2008].

17. Heading

- Heading diketik kapital, ditebalkan, ditengah meliputi: ABSTRACT, PENDAHULUAN, MATERI DAN METODE, HASIL DAN PEMBAHASAN, KESIMPULAN, UCAPAN TERIMA KASIH, DAFTAR PUSTAKA.
- Sub-heading diketik menggunakan huruf kapital pada awal kata, diletakkan di tengah dan ditebalkan.
- Sub-sub-heading diketik menggunakan huruf kapital pada awal kata, diletakkan di awal paragraph, ditebalkan, dan diikuti titik. Teks diketik dua ketuk setelah judul sub-sub-heading.

Proses Penentuan dan Penerbitan Naskah

- Penentuan layak tidaknya naskah yang akan dipublikasikan ditentukan oleh Dewan Penyunting Ahli Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan.
- Naskah yang ditelaah adalah naskah yang memenuhi aturan penulisan Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan.
- Penulis berkewajiban memperbaiki naskah sesuai saran dari penelaah.
- Proses penelaahan naskah mulai dari penulis hingga penerbitan mengikuti alur sebagai berikut:



Catatan:

- Naskah masuk dari penulis diterima oleh Penyunting Pelaksana. Naskah yang belum memenuhi standar Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan, dengan kriteria berikut:
 - Analisis statistik
 - Pustaka
 - Aturan penulisan
 - Jumlah halamanakan langsung ditelaah oleh Dewan Penyunting Ahli untuk dinilai layak atau tidaknya diterbitkan di Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan, sedangkan naskah yang lolos tahap penyaringan pada Penyunting Pelaksana dikembalikan kepada penulis untuk diperbaiki sesuai penelaah.
- Naskah hasil perbaikan penulis berdasarkan hasil penelaahan akan diperiksa oleh Penyunting Ahli Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan berdasarkan kompetensi masing-masing. Persetujuan penerbitan naskah dilakukan berdasarkan pertimbangan Penyunting Ahli dan kualitas hasil perbaikan penulis sesuai saran dari penelaah. Apabila tersebut belum memenuhi kedua kriteria di atas, naskah akan ditolak.
- Naskah yang diterima atau hanya memerlukan perbaikan penulisan ringan akan masuk tahap *editing* dan selanjutnya akan diterbitkan surat keterangan penerbitan naskah, sedangkan naskah yang ditolak akan dikembalikan kepada penulis.

Biaya Administrasi Naskah

- Penulis yang naskahnya dimuat diharuskan membayar kontribusi sebesar Rp 500.000,00 dan berlangganan Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan selama satu tahun serta berhak mendapatkan lima buah cetak lepas dan satu eksemplar Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan yang memuat naskah penulis.
- Biaya tambahan untuk pencetakan halaman foto (berwarna atau hitam putih) menjadi tanggungan penulis.

Alamat untuk Korespondensi

Redaksi Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan
Sekretariat Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan
Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor
Jln. Agatis, Kampus IPB Dramaga Bogor 16680.
Telp. (0251) 8628379, Fax. (0251) 8628379
e-mail: jurnalipthp@yahoo.co.id