

repository.ub.ac.id

PEMODELAN KOMPOSISI PAKAN KAMBING PERANAKAN ETAWA (PE) UNTUK OPTIMASI KANDUNGAN GIZI SUSU MENGGUNAKAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN) DAN GENETIC ALGORITHM (GA)

(Studi Kasus pada UPT Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak Singosari-Malang)

Latifah Hanum¹, Imam Cholissodin, S.Si., M.Kom², Marji, Drs., M.T³

Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Brawijaya

Jalan Veteran No. 8, Malang 65145, Indonesia

Email: hanum_latifah@ymail.com, imamcs@ub.ac.id, marji@ub.ac.id

Abstrak

Susu merupakan salah satu sumber protein hewani yang mengandung semua zat yang mudah dicerna dan dimanfaatkan oleh tubuh. Ternak penghasil susu utama di Indonesia adalah sapi perah Peranakan *Friesian Holstein* (PFH) yang produksi susunya relatif rendah sehingga tidak dapat mencukupi kebutuhan protein hewani yang dibutuhkan oleh masyarakat. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menjadikan kambing Peranakan Etawa (PE) sebagai ternak perah alternatif. Tingginya produksi susu dan kualitas kandungan gizi susu sangat dipengaruhi oleh faktor pakan yang berfungsi sebagai produksi dan pengatur proses-proses yang ada di dalam tubuh. Pihak pakan pada UPT Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak Singosari-Malang masih menghadapi permasalahan, yaitu tidak pernah memberikan komposisi pakan yang berbeda-beda sehingga susu kambing yang dihasilkan tidak pernah mencapai kandungan gizi susu yang optimal. Oleh karena itu, penulis menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Genetic Algorithm* (GA) untuk membuat pemodelan komposisi pakan kambing PE agar kandungan gizi susunya dapat optimal dengan hasil rata-rata kenaikan protein dan penurunan lemak untuk kualitas Premium dan Baik yang diperoleh oleh sistem sebesar 0.0852%, 2.3254%, 0.0292% dan 1.4372% dari bobot badan kambing sebesar 36 kg dengan menggunakan Parameter ANN dan GA terbaik yang dicapai oleh sistem berupa jumlah iterasi = 1000, jumlah *hidden layer* = 10, *learning rate* = 0.9, ukuran populasi = 100, jumlah generasi = 1000, *cr* = 0.1 dan *mr* = 0.9.

Kata kunci: Kambing Peranakan Etawa (PE), kandungan nutrisi pakan, kandungan gizi susu, *Artificial Neural Network* (ANN), *Genetic Algorithm* (GA)

Abstract

Milk is one of the animal protein sources which it contains all of the substances easy to be digested and to be used for the body. The main dairy cattle in Indonesia is the *Friesian Holstein* (PFH) crossbreed dairy cow which has relatively low milk production so it can't to fulfill the animal protein needed by the society. This problem can be solved by making the Etawa crossbreed (PE) goat as an alternative dairy cattle. The high milk production and quality of milk nutrients contain are greatly influenced by the food factor which has the function as the production and the controller of the existing processes inside of the body. The food divisions of the UPT Cattle Breeding and the Cattle Food Greenery in Singosari-Malang still face the problem, that they never give a different feed composition so that the goat milk production never reached the optimum nutrition milk. Therefore, this research uses the method of ANN and GA to model the PE goat food composition in order to obtain the optimum nutrition milk with the result of an average increase of protein and decrease of fat to Premium and Good quality that obtained by the system is 0.0852%, 2.3254%, 0.0292% and 1.4372% from 36 kg goat weight with using the best parameter of ANN and GA that is iteration number = 1000, hidden layer amount = 10, learning rate = 0.9, population size = 100, generation amount = 1000, *cr* = 0.1 and *mr* = 0.9.

Keywords: Etawa crossbreed (PE) goat, food nutrients contain, milk nutritions, *Artificial Neural Network* (ANN), *Genetic Algorithm* (GA)

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Susu merupakan salah satu sumber protein hewani yang mengandung semua zat yang mudah dicerna dan dimanfaatkan oleh tubuh berupa cairan berwarna putih yang diperoleh dari hewan ternak seperti sapi atau kambing melalui proses pemerahan

(Hamidah, Sukada, & Swacita, 2012). Menurut Kepala Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) Surya Chandra Surapaty mengatakan bahwa laju pertumbuhan penduduk Indonesia semakin meningkat hingga mencapai 1,49% setiap tahunnya (Akuntono, 2015). Bertambahnya populasi penduduk Indonesia mengakibatkan kesadaran masyarakat akan gizi



semakin meningkat, sehingga kebutuhan protein hewani menjadi meningkat. Pemenuhan kebutuhan protein hewani dapat dilakukan dengan cara meningkatkan salah satu produksi ternak, yaitu susu (Nur, Setyowati, & Wahyuningsih, 2015).

Ternak penghasil susu utama di Indonesia adalah ras sapi perah Peranakan *Friesian Holstein* (PFH) yang produksi susunya relatif masih rendah. Rendahnya produksi susu sapi perah PFH tidak dapat mencukupi kebutuhan protein hewani yang dibutuhkan oleh masyarakat. Ternak perah alternatif yang cocok untuk dikembangkan dan dapat diterima oleh masyarakat adalah kambing peranakan etawa (PE) (Nur, Setyowati, & Wahyuningsih, 2015). Susu kambing memiliki salah satu kelebihan yang tidak dimiliki oleh susu sapi, yaitu kandungan gizi susu kambing relatif lebih lengkap dan seimbang (Fitriyanto, Astuti, & Utami, 2013).

Faktor pakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingginya produksi susu dan kualitas kandungan gizi susu (Prihatminingsih, Purnomoadi, & Harjanti, 2015). Pihak pakan pada UPT Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak Singosari-Malang masih menghadapi beberapa permasalahan, yaitu rendahnya kemampuan dalam memberikan *treatment* komposisi pakan yang dapat berpengaruh terhadap rendahnya nutrisi yang diterima oleh kambing PE, sehingga mengakibatkan kambing tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik serta rendahnya produksi susu yang dihasilkan (Budiansana & Sutarna, 2001). Selain itu, pihak pakan pada UPT Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak Singosari-Malang juga tidak pernah memberikan komposisi pakan yang berbeda-beda sehingga susu kambing yang dihasilkan tidak pernah mencapai kandungan gizi susu yang optimal.

Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan menerapkan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Genetic Algorithm* (GA) untuk dapat memodelkan komposisi pakan kambing PE sehingga kandungan gizi susu kambing yang dihasilkan dapat optimal. Pada penelitian sebelumnya telah membahas permasalahan mengenai pemodelan *time series* untuk meramalkan suatu nilai karakteristik tertentu pada periode mendatang menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Genetic Algorithm* (GA). Penelitian tersebut memberikan kesimpulan bahwa penerapan model ANN dan GA mampu memberikan hasil prediksi yang cukup akurat yang diperlihatkan dari kedekatan antara *target* dengan *output* (Yuliandar, Warsito, & Yasin, 2012).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, penulis berinisiatif untuk merancang sistem berbasis komputer untuk memberikan solusi optimasi kandungan gizi susu kambing dalam penelitian tugas akhir yang berjudul "Pemodelan Komposisi Pakan Kambing Peranakan Etawa (PE) untuk Optimasi Kandungan Gizi Susu Menggunakan

Artificial Neural Network (ANN) dan *Genetic Algorithm* (GA)". Peneliti berharap hasil penelitian ini dapat membantu peternak kambing PE dalam memodelkan komposisi pakan kambing PE untuk dapat mengoptimalkan kandungan gizi susu kambingnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis merumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Genetic Algorithm* (GA) guna menyelesaikan permasalahan pemodelan komposisi pakan kambing Peranakan Etawa (PE) untuk mengoptimalkan kandungan gizi susu kambing?
2. Berapa nilai parameter optimal dari metode *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Genetic Algorithm* (GA) untuk optimasi dari kandungan gizi susu kambing Peranakan Etawa (PE)?
3. Berapa hasil kualitas solusi dari optimasi kandungan gizi susu kambing Peranakan Etawa (PE) dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Genetic Algorithm* (GA)?

1.3 Tujuan

1. Mengimplementasikan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Genetic Algorithm* (GA) guna menyelesaikan permasalahan pemodelan komposisi pakan kambing Peranakan Etawa (PE) untuk mengoptimalkan kandungan gizi susu kambing.
2. Mengetahui nilai parameter optimal dari metode *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Genetic Algorithm* (GA) untuk optimasi kandungan gizi susu kambing Peranakan Etawa (PE).
3. Mengetahui hasil kualitas solusi dari optimasi kandungan gizi susu kambing Peranakan Etawa (PE) dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Genetic Algorithm* (GA).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dijadikan sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut:

1. Jenis kambing yang diteliti adalah kambing perah Peranakan Etawa (PE) betina pada masa laktasi yang ada di kandang pemerahan.
2. Bobot badan kambing PE yang diteliti adalah 32 kg, 34 kg, 36 kg, 38 kg dan 40 kg.
3. Jenis pakan yang digunakan ada 10 jenis pakan.
4. Jenis pakan hijauan yang dapat dimodelkan hanya terdiri dari satu jenis pakan hijauan hingga dua jenis pakan hijauan.
5. Kebutuhan nutrisi pakan kambing PE yang digunakan adalah abu, protein kasar (PK), lemak kasar (LK) dan serat kasar (SK).

6. Kandungan gizi susu kambing PE yang digunakan adalah protein, lemak (*fat*), laktosa (*lactose*) dan berat jenis (*density*).
7. Kandungan gizi susu yang dapat dioptimalkan adalah protein, laktosa (*lactose*) dan berat jenis (*density*).
8. Kandungan gizi susu yang dapat diminimalkan adalah lemak.

2. DASAR TEORI

2.1 Jenis Kambing

Kambing terdiri dari 2 jenis, yaitu kambing potong dan kambing perah (Gunawan, 2013).

- a. Kambing Potong
Kambing potong adalah kambing yang ditenak dengan tujuan utama adalah produksi daging.
- b. Kambing Perah
Kambing perah adalah kambing yang ditenak dengan tujuan utama adalah produksi susu.

2.2 Kambing Peranakan Etawa (PE)

Kambing Peranakan Etawa (PE) adalah salah satu penyedia protein hewani asal ternak berupa daging dan susu. Kambing PE merupakan hasil persilangan antara kambing kacang dengan kambing etawah yang keberadaannya sudah adaptif dengan topografi di Indonesia (Fitriyanto, Astuti, & Utami, 2013). Berikut adalah gambar dari hewan kambing PE yang ada di UPT Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak Singosari-Malang.



Gambar 2.1. Kambing Peranakan Etawa (PE)

2.3 Bahan Pakan Kambing

Bahan pakan adalah setiap bahan yang dapat dimakan, disukai, dicerna sebagian atau seluruhnya, diabsorpsi dan bermanfaat bagi hewan ternak yang memakannya (Subekti, 2009). Pakan merupakan salah satu faktor terbesar guna menghasilkan produksi susu dan pertumbuhan kambing yang tinggi (Hidayati, 2012).

Kambing adalah hewan ternak ruminansia dimana hijauan adalah pakan utama yang harus diberikan pada kambing. Semakin berkualitas pakan hijauan yang diberikan, mengakibatkan reproduksi hewan ternak ruminansia menjadi semakin baik

(Koten, Wea, Soetrisno, Ngadiyono, & Soewignyo, 2014).

Selain pakan hijauan, ada konsentrat atau makanan penguat yang juga harus diberikan pada kambing. Konsentrat diberikan pada kambing agar kambing dapat memperoleh kandungan gizi yang tinggi dari konsentrat yang tidak ada pada pakan hijauan. Perpaduan antara pakan hijauan dan konsentrat dalam satu hari dijadikan sebagai panduan pemberian pakan kambing yang baik dan tidak beresiko tinggi (Susilawati & dkk, 2011).

2.4 Kebutuhan Nutrisi Pakan Kambing PE

Beberapa bahan makanan memiliki kandungan nutrisi yang beragam. Kandungan gizi susu kambing Peranakan Etawa (PE) seperti protein, lemak, laktosa dan mineral dipengaruhi oleh kandungan nutrisi yang terdapat pada pakan yang diberikan pada kambing PE (Susilowati, Utami, & Suratim, 2013). Berikut adalah macam-macam kandungan nutrisi bahan pakan yang dibutuhkan oleh kambing PE untuk penelitian:

1. Abu, yaitu kandungan nutrisi yang mengandung unsur-unsur berupa Mg, Fe, Ca, Na, K, CL dan P yang terkandung dalam zat pakan anorganik.
2. Protein kasar (PK), yaitu kandungan nutrisi yang terdapat pada pakan berupa zat pakan organik kompleks.
3. Lemak kasar (LK), yaitu kandungan lemak yang ada dalam pakan berupa total lipida dalam jumlah yang sebenarnya.
4. Serat kasar (SK), yaitu kumpulan sisa-sisa sel bahan pakan yang tahan terhadap reaksi hidrolisis enzim-enzim pada saluran pencernaan hewan ternak yang tersusun dari karbohidrat.

Berikut adalah tabel kandungan nutrisi dari 10 jenis bahan pakan kambing PE berupa golongan rumput dan *leguminose* setiap 1 kilogram.

Tabel 2.1. Kandungan Nutrisi Bahan Pakan

No	Bahan Pakan	Abu (%)	PK (%)	LK (%)	SK (%)
1	Rumput Taiwan	18.78	16.90	1.20	26.45
2	Rumput odot	16.97	17.03	1.76	24.84
3	Rumput setaria	11.5	8.5	1.76	32.5
4	Rumput raja	18.6	13.5	3.5	24.84
5	Rumput <i>brachiaria decumbens</i>	10.6	8.3	1.2	38.3
6	Kaliandra	7.27	21.55	2.99	13.96
7	Gamal	9.60	19.96	3.85	17.59
8	Lamtoro	0	24.2	3.7	21.5
9	Turi	0	29.2	3.4	17.2
10	Tarum	6.42	24.17	0	0

Sumber : Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur

2.5 Kandungan Gizi Susu Kambing PE

Menurut Dewan Standarisasi Nasional (1998) dalam Standar Nasional Indonesia nomor 01-3141-1998 menjelaskan bahwa susu segar merupakan cairan yang diperoleh dari proses pemerahan

terhadap ambing ternak sehat dengan prosedur pemerahan yang benar tanpa mengalami penambahan ataupun pengurangan komponen tertentu. Penggolongan kualitas susu segar dapat dianalisis dengan cara melihat kadar protein, kadar lemak, berat jenis dan kadar laktosa yang ada di dalam susu segar tersebut. Berikut adalah tabel kandungan gizi susu kambing per 100 gram (Sutama & Budiarsana, 1997).

Tabel 2.2. Kandungan Gizi Susu Kambing

No	Nutrisi	Susu Kambing
1	Protein	3.6
2	Lemak	4.2
3	Karbohidrat	4.5
4	Kalori	69
5	Posfor (P)	111
6	Kalsium (Ca)	134
7	Magnesium (Mg)	14
8	Besi (Fe)	0.05
9	Natrium (Na)	50
10	Kalium (K)	204
11	Vitamin A	185
12	Thiamin	0.05
13	Riboflavin	0.14
14	Niacin	0.28
15	Vitamin B-6	0.05

Sumber : US Department of Agriculture (1976)

Berikut adalah tabel penggolongan kualitas susu kambing segar berdasarkan karakteristiknya (Zuriati, Maheswari, & Susanty, 2011).

Tabel 2.3. Penggolongan Kualitas Susu Kambing

Karakteristik	Kriteria Kualitas		
	Premium	Baik	Standar
Protein (%)	> 3.70	> 3.40–3.70	3.10–3.40
Lemak (%)	> 4.00	> 3.50–4.00	3.25–3.50
BK (%)	> 13.00	> 12.00–3.00	11.70–12.00

Sumber : Thai Agricultural Standard (2008)

2.6 Artificial Neural Network (ANN)

Artificial Neural Network (ANN) adalah suatu sistem yang bekerja untuk memproses informasi yang masuk ke dalam sistem dimana cara kerja dari ANN memiliki kemiripan dengan cara kerja pada jaringan syaraf biologi manusia, yaitu bersifat adaptif, bekerja secara dinamis dan mampu mempelajari informasi-informasi yang belum diketahui sebelumnya. Terdapat dua tahapan pemrosesan informasi, yaitu tahapan pelatihan ANN dan tahapan pengujian ANN (Yuliandar, Warsito, & Yasin, 2012).

Tahapan pelatihan ANN adalah tahap pemrosesan informasi dengan cara melakukan pelatihan, yaitu memasukan data latih yang tersedia ke dalam jaringan. Tahapan pengujian ANN adalah tahap pemrosesan informasi dengan cara memasukan data uji dengan menggunakan bobot terakhir dari hasil tahapan pelatihan ANN. Bobot-bobot hasil tahapan pelatihan ANN diharapkan mampu menghasilkan nilai *error* yang minimal pada tahapan pengujian ANN (Yuliandar, Warsito, &

Yasin, 2012). Pada ANN juga terdapat beberapa tahapan yang berupa tahapan *feedforward* dan *backpropagation*.

1. Feedforward

Langkah-langkah yang dijalankan pada proses *feedforward* sebagai berikut (Fernanda & Otok, 2012):

- Setiap unit *input* (x_i , $i = 1, \dots, n$) bertugas untuk menerimal sinyal *input* x_i dan menyebarkan ke semua unit pada *hidden layer*.
- Setiap unit *hidden* (z_j , $j = 1, \dots, p$) bertugas untuk menjumlahkan bobot yang diperoleh menggunakan Persamaan (2-1).

$$z_{inj} = \sum_i^n x_i v_{ij} \quad (2-1)$$

- Menerapkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *input* dan mengirimkan ke *output layer* menggunakan Persamaan (2-2).

$$z_j = f(z_{inj}) \quad (2-2)$$

- Setiap unit *output* (Y_k , $k = 1, \dots, m$) bertugas untuk menjumlahkan bobot dari sinyal *output* menggunakan Persamaan (2-3).

$$y_{ink} = \sum_j^p z_j w_{jk} \quad (2-3)$$

- Menerapkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *output* menggunakan Persamaan (2-4).

$$y_k = f(y_{ink}) \quad (2-4)$$

2. Backpropagation

Backpropagation merupakan algoritma yang umumnya digunakan pada model ANN untuk proses pelatihan jaringan dengan menggunakan beberapa *layer* (Raharjo, 2013). Langkah-langkah yang dijalankan pada proses *backpropagation* sebagai berikut (Fernanda & Otok, 2012):

- Setiap unit *output* (Y_k , $k = 1, \dots, m$) bertugas menerima pola *target* berdasarkan pola yang ada pada pelatihan *input*.
- Melakukan proses perhitungan *error output* menggunakan Persamaan (2-5).

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{ink}) \quad (2-5)$$

- Menghitung bobot koreksi untuk meng-*update* W_{jk} yang sebelumnya dengan Persamaan (2-6).

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (2-6)$$

- Setiap unit *hidden* (z_j , $j = 1, \dots, p$) bertugas menjumlahkan *input delta* yang berasal dari *layer* di atasnya menggunakan Persamaan (2-7).

$$\delta_{inj} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad (2-7)$$

- Mengalikan hasil dari Persamaan (2-7) dengan fungsi aktivasi untuk menghitung informasi *error* dengan Persamaan (2-8).

$$\delta_j = \delta_{inj} f'(z_{inj}) \quad (2-8)$$

- f. Menghitung koreksi bobot untuk meng-update V_{ij} yang sebelumnya dengan Persamaan (2-9).

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (2-9)$$

- g. Tahap perubahan bobot yang dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) Setiap unit *output* (Y_k , $k = 1, \dots, m$) bertugas untuk meng-update bobotnya menggunakan Persamaan (2-10).

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (2-10)$$

- 2) Setiap unit *hidden* (z_j , $j = 1, \dots, p$) bertugas untuk meng-update bobotnya menggunakan Persamaan (2-11).

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (2-11)$$

2.7 Normalisasi Data

Normalisasi data merupakan suatu proses untuk melakukan skala data sehingga suatu data berada dalam suatu rentang nilai tertentu yang dilakukan untuk masing-masing data latih dan data uji yang akan digunakan (Sabati, Dania, & Putri, 2014). Jenis metode normalisasi data yang digunakan dalam penelitian ini adalah normalisasi data *Min-Max*. Persamaan matematika dari metode normalisasi data *Min-Max* diperlihatkan pada Persamaan (2-12) (Chamidah, Wiharto, & Salamah, 2012):

$$x' = \left(0.8 * \frac{x - \text{min_value}}{\text{max_value} - \text{min_value}} \right) + 0.1 \quad (2-12)$$

2.8 Denormalisasi

Denormalisasi merupakan tahapan dimana *output* dikembalikan ke kondisi aslinya setelah *input* mengalami normalisasi pada saat proses *preprocessing*. Persamaan matematika dari denormalisasi diperlihatkan pada persamaan (2-13) sebagai berikut (Gema, 2014):

$$y' = \frac{(\text{max_value} - \text{min_value}) * (y - 0.1) + \text{min_value}}{0.8} \quad (2-13)$$

2.9 Mean Square Error (MSE)

Mean Square Error (MSE) pada ANN adalah metode yang biasanya digunakan untuk melakukan proses evaluasi kesalahan dan meningkatkan optimasi dari proses yang telah dilakukan sebelumnya. Persamaan matematika dari MSE diperlihatkan pada persamaan (2-14) (Edo, 2014):

$$MSE = \frac{1}{k} \sum_{k=1}^n (t_k - y_k)^2 \quad (2-14)$$

2.10 Genetic Algorithm (GA)

Genetic Algorithm (GA) adalah salah satu algoritma evolusi yang populer dalam hal menyelesaikan permasalahan optimasi yang kompleks (Mahmudy, 2013). GA bekerja berdasarkan parameter-parameter tertentu yang akan mempengaruhi kinerja dan perilaku dari algoritma ini yang meliputi ukuran populasi (*popsize*), jumlah

generasi, probabilitas *crossover* (P_c) dan probabilitas mutasi (P_m) (Bramantyo, 2006).

2.11 Penerapan Genetic Algorithm (GA)

1. Membangkitkan Populasi Awal

Langkah pertama yang dilakukan adalah membangkitkan populasi awal dengan cara membangkitkan bilangan acak sehingga didapatkan solusi awal (Aribowo, Lukas, & Gunawan, 2008).

2. Representasi Kromosom

Representasi kromosom adalah proses pengkodean yang merupakan kunci pokok persoalan menggunakan GA dari penyelesaian asli suatu permasalahan (Mahmudy, 2013).

3. Inisialisasi Populasi Awal

Inisialisasi populasi awal adalah proses pembangkitan populasi awal secara acak sebanyak *popsize* yang telah ditentukan (Mahmudy, 2013). Misalkan ditentukan *popsize* = 10.

4. Reproduksi

Proses reproduksi terdiri dari 2 operator genetika, yaitu tukar silang (*crossover*) dan mutasi (*mutation*) yang masing-masing digunakan untuk menghasilkan keturunan (*offspring*) dari individu-individu yang ada di populasi (Mahmudy, 2013).

a. Crossover

Crossover adalah salah satu proses reproduksi yang dilakukan dengan cara menyilangkan dua kromosom yang dipilih secara acak sehingga didapat kromosom yang mempunyai karakteristik yang mirip dengan induknya (Aribowo, Lukas, & Gunawan, 2008). Metode *crossover* yang digunakan dalam kasus ini adalah *extended intermediate crossover*. *Offspring* yang dihasilkan dari proses *extended intermediate crossover* dapat dibangkitkan menggunakan Persamaan (2-15) dan (2-16) sebagai berikut (Mahmudy, 2013):

$$C_1 = P_1 + \alpha(P_2 - P_1) \quad (2-15)$$

$$C_2 = P_2 + \alpha(P_1 - P_2) \quad (2-16)$$

Dengan ketentuan nilai alpha (α) yang dipilih secara acak pada interval [-0.25, 1.25].

Jika ditentukan *crossover rate* = 0.4, maka ada $0.4 \times 10 = 4$ *offspring* yang dihasilkan. Setiap satu kali proses *crossover* akan menghasilkan dua buah *offspring*, sehingga proses *crossover* akan dilakukan sebanyak 2 kali (Mahmudy, 2013).

b. Mutasi

Proses mutasi merupakan proses dimana suatu gen akan mengalami penyimpangan dari kromosom induknya sehingga sifat kromosom anak tersebut akan mengalami perbedaan dari kromosom induknya (Aribowo, Lukas, & Gunawan, 2008). Metode mutasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *random mutation*. *Offspring* yang dihasilkan dari proses *random mutation* dapat dibangkitkan menggunakan Persamaan (2-17) sebagai berikut (Mahmudy, 2013):

$$x'_i = x_i + r(\text{max}_i - \text{min}_j) \quad (2-17)$$

Jika ditentukan *mutation rate* = 0.2, maka ada $0.2 \times 10 = 2$ *offspring* yang dihasilkan. Setiap satu kali proses mutasi akan menghasilkan satu buah *offspring*, sehingga proses mutasi akan dilakukan sebanyak 2 kali (Mahmudy, 2013).

5. Perhitungan Fitness

Untuk mendapatkan nilai *fitness*, suatu individu harus dievaluasi berdasarkan suatu nilai fungsi objektif tertentu. Jika permasalahannya adalah ingin mengoptimalkan satu fungsi *h1* dan meminimalkan satu fungsi *h2*, maka digunakan fungsi objektif menggunakan Persamaan (2-18).

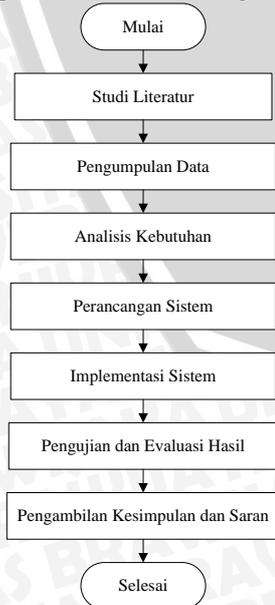
$$f = h1 + \frac{1}{h2} \quad (2-18)$$

6. Seleksi

Proses seleksi adalah proses pemilihan individu dari keseluruhan populasi yang ada untuk dipertahankan pada generasi selanjutnya. Metode yang digunakan dalam penyelesaian penelitian ini adalah *elitism selection*, yaitu proses seleksi yang dilakukan dengan cara mengumpulkan semua individu kemudian diseleksi dengan mencari individu yang nilai *fitness*-nya tertinggi untuk dipertahankan hidup pada generasi selanjutnya (Mahmudy, 2013).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah yang digunakan dalam pembuatan aplikasi Pemodelan Komposisi Pakan Kambing Peranakan Etawa (PE) untuk Optimasi Kandungan Gizi Susu Menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Genetic Algorithm* (GA) dengan studi kasus pada UPT Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak Singosari-Malang dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.1 Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan oleh penulis adalah melakukan wawancara terhadap

pihak UPT Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak Singosari-Malang yang dilaksanakan mulai bulan Desember 2015 sampai dengan Juni 2016. Narasumber dari pihak UPT Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak Singosari-Malang yang dijadikan sebagai pakar pada penelitian ini adalah:

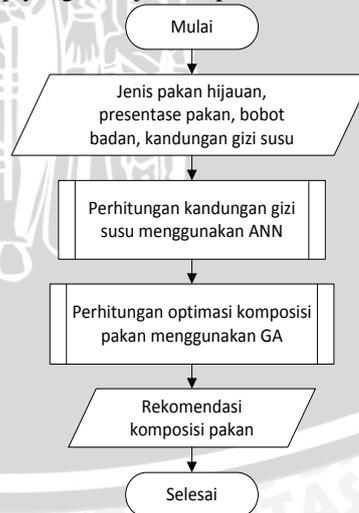
- a. Bapak Rokim, S.Pt sebagai pakar bidang pakan ternak
- b. Ibu drh. Jaya Wulandari sebagai pakar bidang kesehatan dan hasil uji laboratorium tentang kandungan gizi susu kambing
- c. Bapak Kayat sebagai pakar bidang hasil uji laboratorium tentang kandungan gizi susu kambing

Data penelitian yang digunakan merupakan data yang diperoleh dari bulan Januari 2015 sampai dengan Juni 2016 yang berhubungan dengan :

- a. Data jenis pakan yang diberikan ke kambing PE
- b. Data kandungan nutrisi pakan kambing PE
- c. Data hasil laboratorium untuk kandungan gizi susu kambing PE
- d. Data *range* kandungan gizi susu kambing PE

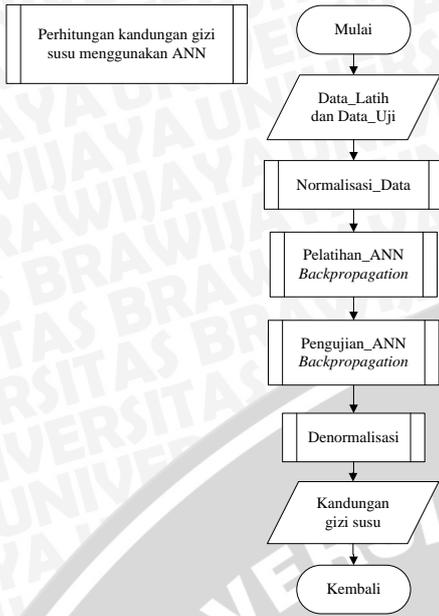
4. PERANCANGAN SISTEM

Alir perancangan sistem menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Genetic Algorithm* (GA) merupakan urutan penyelesaian masalah menggunakan ANN dan GA secara sekuensial. Berikut adalah gambar diagram alir perancangan sistem yang akan dilakukan secara bertahap yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.



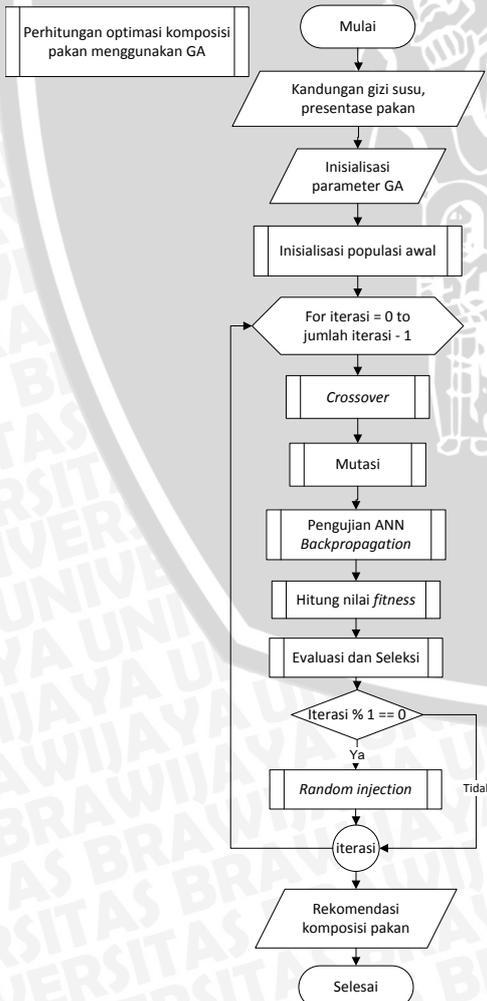
Gambar 4.1 Diagram Alir Perancangan Sistem

Algoritma ANN digunakan untuk melakukan proses perhitungan kandungan gizi susu kambing PE yang dilakukan melalui tahapan pelatihan dan pengujian. Secara umum rancangan implementasi untuk proses algoritma ANN ditunjukkan pada Gambar 4.2 Diagram Alir Proses ANN di bawah ini.



Gambar 4.2 Diagram Alir Proses ANN

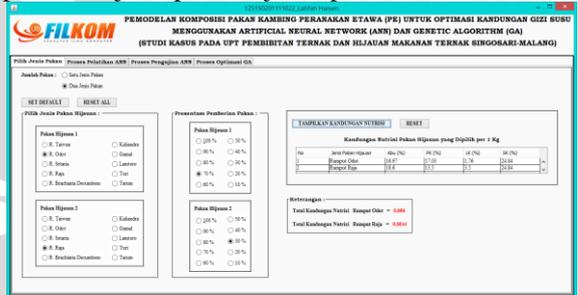
Sedangkan, algoritma GA digunakan untuk melakukan proses perhitungan komposisi pakan kambing PE. Secara umum rancangan implementasi untuk proses algoritma GA ditunjukkan pada Gambar 4.3 Diagram Alir Proses GA di bawah ini.



Gambar 4.3 Diagram Alir Proses GA

5. IMPLEMENTASI

Implementasi antarmuka ini terdiri dari 4 bagian utama, yaitu proses pemilihan jenis pakan, proses pelatihan ANN, pengujian ANN dan optimasi GA. Pada halaman pemilihan jenis pakan hijauan, user akan memilih jumlah pakan yang digunakan, jenis pakan hijauan yang digunakan dan presentase pemberian pakannya. Berikut adalah tampilan proses pemilihan jenis pakan hijauan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Antarmuka Hasil Pemilihan Jenis Pakan Hijauan

Pada halaman proses pelatihan ANN, sistem akan melakukan proses perhitungan pelatihan ANN dengan nilai parameter ANN yang diatur secara default sesuai dengan hasil skenario pengujian yang telah didapatkan. Proses pelatihan ANN dilakukan pada tahapan *feedforward* dan *backpropagation*. Berikut adalah tampilan pelatihan ANN pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Antarmuka Hasil Pelatihan ANN

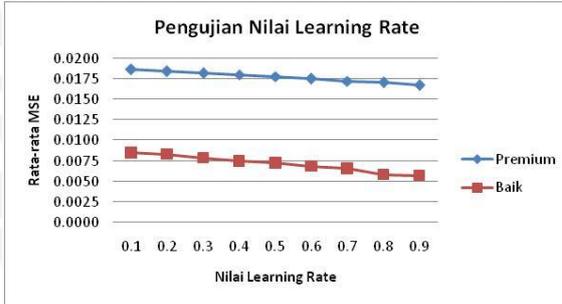
Pada halaman proses pengujian ANN, sistem akan melakukan proses perhitungan pengujian ANN. Proses pengujian ANN dilakukan hanya pada tahapan *feedforward* saja dengan bobot V_{ij} dan W_{jk} yang digunakan adalah bobot terakhir yang dihasilkan pada proses pelatihan ANN. Berikut adalah tampilan pengujian ANN pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Antarmuka Hasil Pengujian ANN

Pada halaman optimasi GA, sistem akan melakukan proses optimasi GA dengan nilai parameter GA yang diatur secara default sesuai





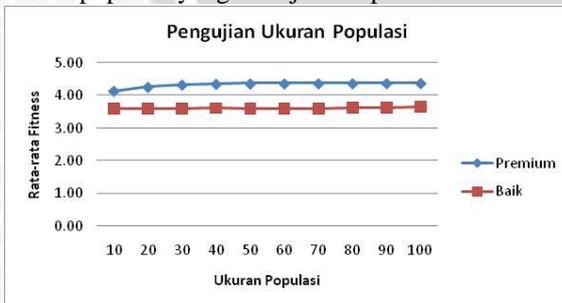
Gambar 6.3 Grafik Hasil Pengujian Variasi Nilai Learning Rate

Berdasarkan grafik hasil pengujian didapatkan bahwa semakin besar nilai *learning rate* yang digunakan, maka nilai MSE yang didapatkan untuk kualitas susu yang Premium dan Baik juga semakin kecil. Sedangkan, jika semakin kecil nilai *learning rate* yang digunakan, maka nilai MSE yang didapatkan untuk kualitas susu yang Premium dan Baik akan semakin besar. Hal tersebut membuktikan bahwa nilai *learning rate* memiliki pengaruh yang besar dalam proses pelatihan ANN.

Nilai *learning rate* terbaik dengan nilai rata-rata MSE terendah untuk kualitas susu Premium dan Baik memiliki nilai *learning rate* terbaik yang sama, yaitu 0.9. Rata-rata MSE yang dihasilkan oleh nilai *learning rate* terbaik untuk kualitas susu Premium didapatkan sebesar 0.016794, sedangkan rata-rata MSE yang dihasilkan oleh nilai *learning rate* terbaik untuk kualitas susu Baik didapatkan sebesar 0.005730.

6.4 Analisis Hasil Pengujian Terhadap Ukuran Populasi

Pengujian ukuran populasi dilakukan untuk mendapatkan ukuran populasi terbaik yang memiliki nilai *fitness* tertinggi. Jumlah iterasi ANN = 1000, jumlah *hidden layer* = 10, nilai *learning rate* = 0.9 sesuai dengan hasil pengujian sebelumnya terhadap parameter ANN dan epsilon = 0.001. Jumlah generasi = 250, *crossover rate* = 0.5 dan *mutation rate* = 0.1. Berikut adalah grafik hasil pengujian ukuran populasi yang ditunjukkan pada Gambar 6.4.



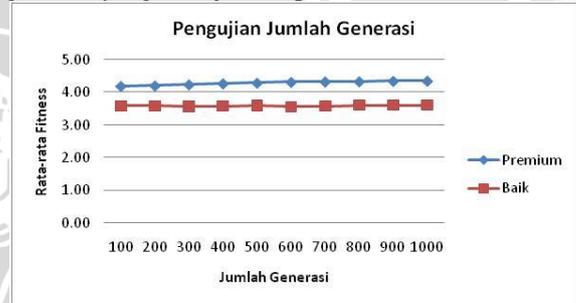
Gambar 6.4 Grafik Hasil Pengujian Ukuran Populasi

Berdasarkan grafik hasil pengujian didapatkan bahwa semakin besar ukuran populasi yang digunakan, maka nilai *fitness* yang didapatkan untuk kualitas susu yang Premium dan Baik juga semakin stabil dan konvergen. Ukuran populasi terbaik dengan nilai rata-rata *fitness* tertinggi untuk kualitas

susu Premium dan Baik memiliki ukuran populasi terbaik yang sama, yaitu 100. Rata-rata *fitness* yang dihasilkan oleh ukuran populasi terbaik untuk kualitas susu Premium didapatkan sebesar 4.379729, sedangkan rata-rata *fitness* yang dihasilkan oleh ukuran populasi terbaik untuk kualitas susu Baik didapatkan sebesar 3.667492.

6.5 Analisis Hasil Pengujian Terhadap Jumlah Generasi

Pengujian jumlah generasi dilakukan untuk mendapatkan jumlah generasi terbaik yang memiliki nilai *fitness* tertinggi. Jumlah iterasi ANN = 1000, jumlah *hidden layer* = 10, nilai *learning rate* = 0.9 sesuai dengan hasil pengujian sebelumnya terhadap parameter ANN dan epsilon = 0.001. Ukuran populasi = 100 sesuai dengan hasil pengujian sebelumnya, *crossover rate* = 0.5 dan *mutation rate* = 0.1. Berikut adalah grafik hasil pengujian jumlah generasi yang ditunjukkan pada Gambar 6.5.



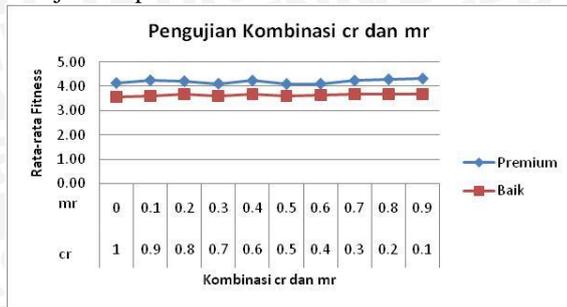
Gambar 6.5 Grafik Hasil Pengujian Jumlah Generasi

Berdasarkan grafik hasil pengujian didapatkan bahwa semakin besar jumlah generasi yang digunakan, maka nilai *fitness* yang didapatkan untuk kualitas susu yang Premium dan Baik juga semakin stabil dan besar, sehingga kemungkinan besar sistem akan mendapatkan solusi yang optimal. Jumlah generasi terbaik dengan nilai rata-rata *fitness* tertinggi untuk kualitas susu Premium dan Baik memiliki jumlah generasi terbaik yang sama, yaitu 1000. Rata-rata *fitness* yang dihasilkan oleh jumlah generasi terbaik untuk kualitas susu Premium didapatkan sebesar 4.351150, sedangkan rata-rata *fitness* yang dihasilkan oleh jumlah generasi terbaik untuk kualitas susu Baik didapatkan sebesar 3.6120187.

6.6 Analisis Hasil Pengujian Terhadap Kombinasi Crossover Rate dan Mutation Rate

Pengujian kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* dilakukan untuk mendapatkan kombinasi *cr* dan *mr* terbaik yang memiliki nilai *fitness* tertinggi. Jumlah iterasi ANN = 1000, jumlah *hidden layer* = 10, nilai *learning rate* = 0.9 sesuai dengan hasil pengujian sebelumnya terhadap parameter ANN dan epsilon = 0.001. Ukuran populasi = 100 dan jumlah generasi = 1000 sesuai dengan hasil pengujian sebelumnya terhadap parameter GA. Berikut adalah grafik hasil pengujian

kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* yang ditunjukkan pada Gambar 6.6.

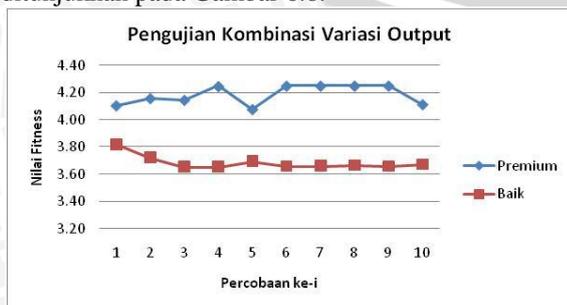


Gambar 6.6 Grafik Hasil Pengujian Kombinasi *Crossover Rate* dan *Mutation Rate*

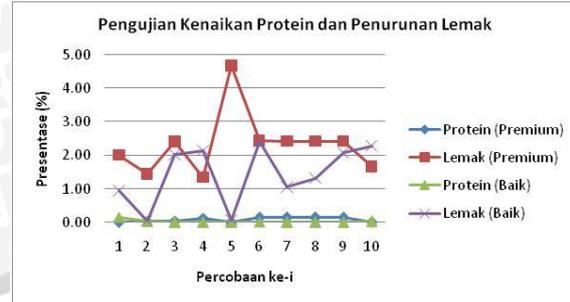
Berdasarkan grafik hasil pengujian pada Gambar 6.6 didapatkan bahwa semakin besar nilai *mr* dan semakin kecil nilai *cr*, maka nilai *fitness* yang didapatkan untuk kualitas susu yang Premium dan Baik juga semakin besar. Kombinasi *cr* dan *mr* terbaik dengan nilai rata-rata *fitness* tertinggi untuk kualitas susu Premium dan Baik memiliki kombinasi *cr* dan *mr* terbaik yang sama, yaitu 0.1 dan 0.9. Rata-rata *fitness* yang dihasilkan oleh kombinasi *cr* dan *mr* terbaik untuk kualitas susu Premium didapatkan sebesar 4.324093, sedangkan rata-rata *fitness* yang dihasilkan oleh kombinasi *cr* dan *mr* terbaik untuk kualitas susu Baik didapatkan sebesar 3.679464.

6.7 Analisis Hasil Pengujian Kombinasi Variasi *Output* yang Dioptimalkan

Pengujian terhadap kombinasi variasi *output* yang dioptimalkan dilakukan untuk mengetahui nilai rata-rata *fitness* yang diperoleh dari kombinasi *output* yang berupa kandungan gizi susu protein yang dioptimalkan dan kandungan gizi susu lemak yang diminimalkan. Jumlah iterasi = 1000, jumlah *hidden layer* = 10, nilai *learning rate* = 0.9 berdasarkan hasil dari pengujian parameter ANN yang telah dilakukan sebelumnya, galat maksimal = 0.001, ukuran populasi = 100, jumlah generasi = 1000, *cr* = 0.1 dan *mr* = 0.9 berdasarkan hasil dari pengujian parameter GA yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut adalah grafik hasil pengujian kombinasi variasi *output* yang ditunjukkan pada Gambar 6.7, sedangkan grafik hasil pengujian terhadap kenaikan protein dan penurunan lemak ditunjukkan pada Gambar 6.8.



Gambar 6.7 Grafik Hasil Pengujian Terhadap Kombinasi Variasi *Output*



Gambar 6.8 Grafik Hasil Pengujian Terhadap Kenaikan Protein dan Penurunan Lemak

Berdasarkan Gambar 6.7 Grafik Hasil Pengujian Terhadap Kombinasi Variasi *Output*, maka diperoleh rata-rata nilai *fitness* sebesar 4.18585 untuk kualitas susu Premium dan rata-rata nilai *fitness* sebesar 3.68684 untuk kualitas susu Baik. Sedangkan, berdasarkan Gambar 6.8 Grafik Hasil Pengujian Terhadap Kenaikan Protein dan Penurunan Lemak, maka diperoleh rata-rata presentase kenaikan protein dan penurunan lemak untuk kualitas susu Premium sebesar 0.0852% dan 2.3254%. Sedangkan, rata-rata presentase kenaikan protein dan penurunan lemak untuk kualitas Baik sebesar 0.0292% dan 1.4372%.

7. PENUTUP

7.1 Kesimpulan

1. Metode *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Genetic Algorithm* (GA) dapat diterapkan pada pemodelan komposisi pakan kambing Peranakan Etawa (PE) untuk mengoptimalkan kandungan gizi susu kambing yang diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Java. Langkah pertama yang dilakukan adalah proses pelatihan terhadap data latih dan pengujian terhadap data uji yang tersedia. Objek yang diamati sebagai *input* adalah kandungan nutrisi pakan yang berupa abu, protein kasar (PK), lemak kasar (LK) dan serat kasar (SK). *Output* kandungan gizi susu yang diamati sebagai target adalah protein, lemak, laktosa dan *density*. Parameter yang terdapat pada ANN akan melatih data untuk mencari bobot terbaik dan memprediksi kandungan gizi susu dengan menggunakan MSE (*Mean Square Error*). Semakin kecil nilai MSE yang diperoleh, maka sistem yang dihasilkan akan semakin baik. Langkah kedua yang dilakukan adalah memproses satu atau lebih kandungan gizi susu yang akan dioptimalkan menggunakan GA. Parameter yang terdapat pada GA akan melakukan seleksi pada semua individu yang terdapat pada satu generasi untuk dipilih sebagai individu terbaik yang memiliki nilai *fitness* tertinggi. Hasil keluaran yang dihasilkan oleh sistem berupa rekomendasi jumlah pemberian dari masing-masing pakan hijauan yang telah dipilih sebelumnya untuk mendapatkan satu atau lebih

kandungan gizi susu yang lebih optimal ataupun minimal.

2. Nilai parameter optimal dari metode ANN dan GA yang diperoleh sistem berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap kualitas susu kambing PE Premium dan Baik adalah sama, yaitu dengan menggunakan jumlah iterasi = 1000, jumlah *hidden layer* = 10, nilai *learning rate* = 0.9, ukuran populasi = 100, jumlah generasi = 1000, *cr* = 0.1 dan *mr* = 0.9.
3. Hasil kualitas solusi dari optimasi kandungan gizi susu kambing Peranakan Etawa (PE) dengan menggunakan parameter ANN dan GA yang optimal untuk kasus pengujian berupa mengoptimalkan protein dan meminimalkan lemak pada bobot badan kambing 36 kg, maka diperoleh rata-rata kandungan protein untuk kualitas Premium naik sebesar 0.0852% dan rata-rata kandungan lemak untuk kualitas Premium turun sebesar 2.3254%. Sedangkan, rata-rata kandungan protein dengan kualitas Baik naik sebesar 0.0292% dan rata-rata kandungan lemak dengan kualitas Baik turun sebesar 1.4372%.

7.2 Saran

1. Pada penelitian ini terdapat masalah dalam pencarian jumlah iterasi ANN untuk mencapai kondisi yang konvergen, sehingga disarankan untuk mencoba menggunakan algoritma *nguyen-widrow* sebagai perbandingan pada sistem dalam hal cepat atau tidaknya proses *running time* sistem dan bobot akhir yang didapatkan.
2. Jumlah pakan hijauan yang dimodelkan dan dioptimalkan dapat dikembangkan menjadi lebih banyak, sehingga pengguna dapat memodelkan dan mengoptimalkan lebih dari dua jenis pakan hijauan.
3. Hasil penelitian dari implementasi algoritma ANN dan GA untuk memodelkan komposisi pakan kambing Peranakan Etawa (PE) untuk optimasi kandungan gizi susu dapat dijadikan sebagai penelitian lebih lanjut dengan tambahan yang berupa mempertimbangkan harga pakan agar diperoleh harga pakan yang minimal.

8. DAFTAR PUSTAKA

Akuntono, I. (2015, September 29). *Mengkhawatirkan, Angka Kelahiran di RI Tiap Tahun Setara Jumlah Penduduk Singapura*. Retrieved Januari 8, 2016, from Kompas.com [online]: <http://nasional.kompas.com/read/2015/09/29/13574351/Mengkhawatirkan.Angka.Kelahiran.di.RI.Tiap.Tahun.Sejumlah.Penduduk.Singapura>

- Aribowo, A., Lukas, S., & Gunawan, M. (2008). Penerapan Algoritma Genetika pada Penentuan Komposisi Pakan Ayam Petelur. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, B-21 - B-24.
- Bramantyo, N. (2006). *Aplikasi Algoritma Genetika untuk Optimasi Desain Resonator Hemholtz Ganda Menggunakan Matlab 7.0*. Surakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam : Universitas Sebelas Maret.
- Budiarsana, I.-G., & Utama, I.-K. (2001). Efisiensi Produksi Susu Kambing Peranakan Etawah. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, 427-434.
- Chamidah, N., Wiharto, & Salamah, U. (2012). Pengaruh Normalisasi Data pada Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagasi Gradient Descent Adaptive Gain (BPGDAG) untuk Klasifikasi. *Jurnal ITSMART, Vol.1, No.1*, 28-33.
- Edo, R. Z. (2014). Implementasi Backpropagation Neural Network dalam Pembangkitan Otomatis Fungsi Keanggotaan Fuzzy pada Penderita Penyakit Hepatitis. *Skripsi Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Universitas Brawijaya*.
- Fernanda, J. W., & Otok, B. W. (2012). Boosting Neural Network dan Boosting Cart pada Klasifikasi Diabetes Militus Tiper II. *Jurnal Matematika, Vol. 2, No. 2*, 33-49.
- Fitriyanto, Astuti, T. Y., & Utami, S. (2013). Kajian Viskositas dan Berat Jenis Susu Kambing Peranakan Etawa(PE) pada Awal, Puncak dan Akhir Laktasi. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 299-306.
- Gema, R. L. (2014). Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik dalam Prediksi Persediaan Ternak Sapi Potong (Studi Kasus di Wilayah Sumatera Barat). *Jurnal KomTekInfo, Fakultas Ilmu Komputer, Vol.1, No.2*, 21-27.
- Gunawan, H. (2013). *Prospek Usaha Penggemukan Kambing Potong*. Jakarta: Pustaka Baru Press.
- Hamidah, E., Sukada, I. M., & Swacita, I. B. (2012). Kualitas Susu Kambing Peranakan Etawah Post-Thawing pada Penyimpanan Suhu Kamar. *Indonesia Medicus Veterinus Edisi 3*, 361-369.
- Hidayati, A. (2012, Mei 30). *Pakan Kambing Perah*. Retrieved Januari 20, 2016, from Universitas Muhammadiyah Malang: <http://peternakan.umm.ac.id/id/umm-news-2862-pakan-kambing-perah.html>
- Koten, B., Wea, R., Soetrisno, R., Ngadiyono, N., & Soewignyo, B. (2014). Konsumsi Nutrien Ternak Kambing yang Mendapatkan Hijauan Hasil Tumpang Sari Arbila (*Phaseolus lunatus*) dengan Sorgum sebagai Tanaman Sela pada Jarak Tanam Arbila dan Jumlah Baris Sorgum yang Berbeda. *Ilmu Ternak, Vol.1, No.8*, 38-45.
- Mahmudy, W. F. (2013). *Algoritma Evolusi*. Malang: Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.

- Nur, D. M., Setyowati, E., & Wahyuningsih, S. (2015). Performans Produksi Susu Kambing Peranakan Etawah(PE) Berdasarkan Paritas, Umur, Bobot Badan, dan Status Kebuntingan di "MADUKARA FARM", Kota Batu. *Universitas Brawijaya* , 1-7.
- Prihatminingsih, G. E., Purnomoadi, A., & Harjanti, D. W. (2015). Hubungan antara Konsumsi Protein dengan Produksi, Protein dan Laktosa Susu Kambing Peranakan Ettawa. *Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan* 25 Vol.2 , 20-27.
- Raharjo, J. S. (2013). Model Artificial Neural Network Berbasis Particle Swarm Optimization untuk Prediksi Laju Inflasi. *Jurnal Sistem Komputer, Vol. 3, No. 1* , 10-21.
- Sabati, D., Dania, W. A., & Putri, S. A. (2014). Peramalan Permintaan Sari Apel dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) di KSU Brosems, Batu. *Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya* , 1-10.
- Subekti, E. (2009). Ketahanan Pakan Ternak Indonesia. *Mediagro, Vol.5, No.2* , 63-71.
- Susilawati, T., & dkk. (2011). *Agribisnis Kambing*. Malang: UB Press, Cetakan Pertama.
- Susilowati, D. R., Utami, S., & Suratim, H. A. (2013). Nilai Berat Jenis dan Total Solid Susu Kambing Sapera di Cilacap dan Bogor. *Jurnal Ilmiah Peternakan, Vol. 1, No. 3* , 1071-1077.
- Sutama, I. K., & Budiarsana, I. (1997). Kambing Peranakan Etawah Penghasil Susu sebagai Sumber Pertumbuhan Baru Sub-Sektor Peternakan di Indonesia. *Balai Penelitian Ternak* , 156-170.
- Yuliandar, D., Warsito, B., & Yasin, H. (2012). Pelatihan Feed Forward Neural Network Menggunakan Algoritma Genetika dengan Metode Seleksi Turnamen untuk Data Time Series. *Gaussian, Vol. 1, No.1* , 65-72.
- Zuriati, Y., Maheswari, R., & Susanty, H. (2011). Karakteristik Kualitas Susu Segar dan Yoghurt dari Tiga Bangsa Kambing Perah dalam Mendukung Program Ketahanan dan Diversifikasi Pangan. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner* , 613-619.

