

Implementasi *Fuzzy Neural Network* pada Sistem Cerdas untuk Pendeteksian dan Penanganan Dini Penyakit Sapi

Achmad Fauqy Ashari, Wiwik Anggraini dan Ahmad Mukhlason

Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: wiwik@its-sby.edu

Abstrak—Daging sapi sebagai sumber protein hewani, merupakan salah satu agent of development yang dapat menentukan daya saing sumber daya manusia suatu negara. Namun, konsumsi daging masyarakat Indonesia masih jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan masyarakat dari negara-negara lain di ASEAN. Sementara itu, kesenjangan antara kebutuhan konsumsi dengan produksi daging sapi lokal terjadi tiap tahunnya, peternakan sapi potong nasional masih belum mampu memenuhi kebutuhan masyarakat akan daging yang terus meningkat, bahkan sapi lokal hanya dapat mensuplai kebutuhan daging nasional sebesar 49%. Program Swasembada Daging Sapi (PSDS) tahun 2014 yang dicanangkan Pemerintah pada tahun 2010 guna meningkatkan lonjakan populasi sapi dalam negeri pun menghadapi beberapa tantangan antara lain penyakit dan terbatasnya jumlah dokter hewan di daerah pedesaan. Sehubungan dengan permasalahan tersebut dan sejalan dengan visi serta salah satu sasaran dari Direktorat Kesehatan Hewan, maka diperlukan adanya sistem cerdas yang mampu mendeteksi penyakit sapi berdasarkan gejala-gejalanya yang bervariasi sehingga dapat dilakukan penanganan dini terhadap sapi tersebut yang dapat mencegah penyebaran penyakit. Pada penelitian sebelumnya [1], masih terdapat kelemahan pada input datanya karena hanya dapat memproses keseluruhan gejala penyakit dengan instance berupa “Ya” dan “Tidak”. Oleh karena itu pada penelitian ini penulis menawarkan adanya pengembangan prototipe sistem cerdas dengan menggunakan metode Fuzzy Neural Network (FNN) yang menggabungkan keunggulan metode ANN dengan menggunakan input data yang lebih variatif serta hasil dari proses fuzzifikasi sehingga dapat digunakan sebagai input data berupa gejala-gejala penyakit pada sapi yang lebih fleksibel atau bervariasi dibandingkan sebelumnya. Hasil akhir dari penelitian ini adalah terciptanya prototipe sistem cerdas dengan tiga lapisan arsitektur neural network yang meliputi satu lapisan input sejumlah 17 node, satu lapisan tersembunyi sejumlah 10 node, dan satu lapisan keluaran sejumlah 3 node, serta parameter learning rate yang optimal pada nilai 0,9 yang menghasilkan performa *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 0,58 %, sehingga sesuai untuk digunakan dalam mendeteksi penyakit sapi sehingga peternak sapi dapat dengan mudah mengetahui kondisi sapi apakah terjangkit suatu penyakit atau tidak, sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan atau penanganan dini yang dapat mencegah penyebaran penyakit.

Kata Kunci—Penyakit Sapi, Artificial Neural Network, Fuzzy Neural Network

I. PENDAHULUAN

Daging sapi sebagai sumber protein hewani mengandung 10 macam asam amino esensial dan asam lemak (terutama *conjugated linoleic acid*) yang bermanfaat bagi pertumbuhan neuron pada otak, dan selanjutnya neuron ini menentukan tingkat kecerdasan manusia. Terdapat korelasi positif antara kecerdasan dengan konsumsi daging per kapita suatu negara. Negara yang tingkat konsumsi protein hewannya tinggi, umumnya memiliki nilai *human development index* yang tinggi. Konsumsi protein hewani masyarakat Indonesia masih jauh lebih rendah dibandingkan dengan masyarakat dari negara ASEAN lainnya. Rata-rata konsumsi daging (daging merah dan putih) rakyat Indonesia pada tahun 2009 masih cukup rendah, yaitu sebesar 4,5 kg per kapita per tahun, sedangkan konsumsi daging rakyat Malaysia sudah mencapai 46,87 kg per kapita per tahun dan konsumsi daging rakyat Filipina mencapai 24,96 kg per kapita per tahun [2].

Daging sapi yang bersifat *demand driven* tersebut, masih bermasalah dalam pemenuhannya. Kesenjangan antara kebutuhan konsumsi dengan produksi daging sapi lokal terjadi tiap tahun. Peningkatan konsumsi daging sapi dari 1,95 kg per kapita pada tahun 2007 meningkat menjadi 2 kg per kapita pada tahun 2008 dan meningkat lagi menjadi 2,24 kg per kapita pada tahun 2009. Peningkatan konsumsi ini berdampak pada meningkatnya kebutuhan daging sapi dan jeroan dari 455.755 ton pada tahun 2008 menjadi 516.603 ton pada tahun 2009. Kebutuhan daging tersebut setara dengan jumlah sapi sebanyak 2,432 juta ekor sapi pada tahun 2008 dan 2,746 juta ekor sapi pada tahun 2009. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka impor daging sapi dan jeroan juga meningkat menjadi sebesar 110.246 ton serta untuk sapi bakalan sebanyak 768.133 ekor pada tahun 2009. Hal ini karena sapi lokal hanya dapat mensuplai kebutuhan daging sebesar 49% dari kebutuhan daging nasional pada tahun 2009 [3].

Untuk meningkatkan lonjakan populasi sapi dalam negeri, Pemerintah sedang mengupayakan program Pencapaian Swasembada Daging Sapi (PSDS) tahun 2014 yang telah dicanangkan pada tahun 2010 sebagai program prioritas Pemerintah dalam lima tahun kedepan untuk mewujudkan ketahanan pangan asal ternak berbasis sumber daya lokal melalui upaya revitalisasi pertanian sebagai dasar untuk mengembangkan agribisnis sapi potong yang berdaya saing dan untuk kemakmuran rakyat. Namun program tersebut

menghadapi berbagai tantangan karena peternakan sapi potong nasional memiliki beberapa hambatan untuk meningkatkan lonjakan populasi sapi dalam negeri, salah satunya adalah penyakit. Terlebih lagi, salah satu penyebab rentannya penyebaran penyakit adalah keterbatasan jumlah dokter hewan di daerah pedesaan [2].

Sehubungan dengan permasalahan diatas dan sejalan dengan visi serta salah satu sasaran dari Direktorat Kesehatan Hewan, Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian Republik Indonesia yaitu “terwujudnya status kesehatan hewan yang ideal melalui pembangunan kesehatan hewan yang moderen, maju, efektif dan efisien” serta “Meningkatnya kemampuan deteksi dini penyakit hewan”[4], maka diperlukan adanya sistem cerdas yang diharapkan dapat membantu dalam pendeteksian penyakit sapi sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan atau penanganan dini yang dapat mencegah penyebaran penyakit.

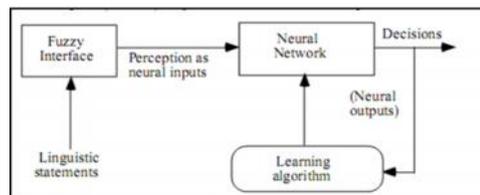
Pada penelitian sebelumnya [1], masih terdapat kelemahan yaitu, penggunaan atribut pada dataset yang terkesan *rigid* atau kaku karena *instance* dari keseluruhan atribut masih bersifat *crisp* yang bernilai “Ya” atau “Tidak”, karena pada realitanya, atribut-atribut yang digunakan dalam pendeteksian penyakit tidak hanya bernilai “Ya” atau “Tidak”, tetapi lebih bersifat ordinal yang memiliki tingkatan seperti “Rendah”, “Sedang”, dan “Tinggi”, seperti yang dicontohkan [5].

Oleh karena itulah penulis mengusulkan adanya pengembangan prototipe sistem dengan mengimplementasikan *Fuzzy Neural Network* (FNN) yang menggabungkan keunggulan algoritma *Artificial Neural Network* (ANN) dengan input data yang lebih variatif.

FNN merupakan suatu model yang dilatih menggunakan ANN, namun struktur jaringannya diinterpretasikan dengan sekelompok aturan-aturan fuzzy. Dengan menggunakan aturan fuzzy, maka *instance* dari atribut-atribut yang digunakan pada data training dapat lebih fleksibel karena dapat mentransformasikan nilai *crisp* yang bernilai 0 dan 1 tersebut menjadi banyak *instance* yang bernilai 0-1. Sehingga keuntungan utama menggunakan FNN adalah unsur-unsur utama pada jaringan syaraf telah melalui pendekatan logika fuzzy terlebih dahulu, sehingga

melalui proses *fuzzifikasi* hingga *defuzzifikasi* yang dapat menghasilkan keluaran yang lebih rasional untuk dapat dilatih menggunakan algoritma pembelajaran yang digunakan pada ANN.

Fuzzy Neural Network yang merupakan kombinasi antara *Fuzzy System* dideskripsikan dalam [6] dengan *Neural Network* sebagai *Fuzzy Neural System*, dimana salah satu tipe dalam pengembangannya adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



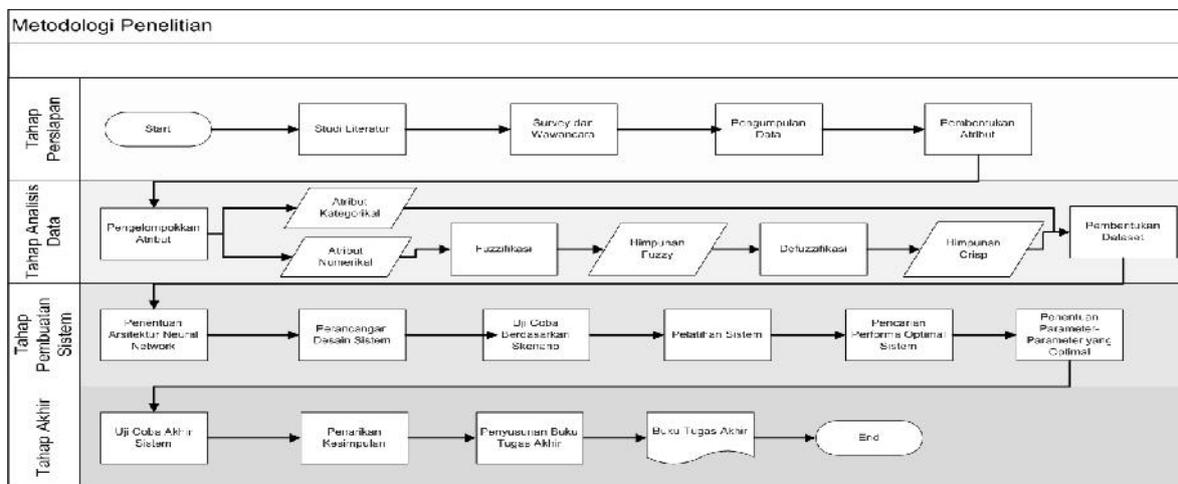
Gambar 2. Tipe Pertama Pengembangan Fuzzy Neural System

Tipe pertama dari *Fuzzy Neural System* merupakan tipe yang digunakan oleh penulis sebagai konsep dasar pengerjaan tugas akhir ini. Tahapan pada tipe pertama tersebut didahului dengan proses *Fuzzy Interface* dimana proses ini menghasilkan keluaran dari *linguistic statement* atau pernyataan lisan dari pakar yang telah diolah melalui proses *fuzzifikasi* hingga *defuzzifikasi* untuk kemudian digunakan sebagai input dari proses selanjutnya yaitu proses *Neural Network* yang menghasilkan suatu keputusan atau kesimpulan melalui algoritma pembelajaran yang digunakan.

Sehubungan dengan metode yang digunakan penulis, beberapa penelitian yang menggunakan metode FNN untuk permasalahan diagnosis penyakit antara lain dilakukan oleh [7], [8] dan [9]. Sejalan dengan hal tersebut, penulis menggunakan menggunakan algoritma *backpropagation* sebagai dasar algoritma pembelajaran yang digunakan pada tahapan *Neural Network* untuk melakukan deteksi dini atau diagnosis penyakit seperti yang dilakukan pada [10].

II. METODE PENELITIAN

Gambar 3 menggambarkan metodologi yang digunakan penulis sebagai panduan pengerjaan penelitian.



Gambar 3. Metode Penelitian

A. Tahap Persiapan

Pada tahapan ini terdiri atas beberapa rangkaian proses mulai dari studi literatur yang dilakukan untuk memahami konsep, teori dan teknologi yang akan digunakan dalam pengembangan prototipe sistem cerdas, kemudian dilakukan proses survey dan wawancara yang dibutuhkan untuk mendukung proses selanjutnya yaitu pengumpulan data hingga akhirnya dapat dibentuk suatu atribut-atribut yang dapat digunakan sebagai masukan atau input sistem melalui proses pembentukan atribut.

B. Tahap Analisis Data

Tahapan ini terdiri atas beberapa rangkaian proses yang bertujuan untuk menghasilkan dataset yang akan digunakan pada proses pelatihan serta uji coba sistem. Tahapan ini dimulai dengan proses pengelompokkan atribut yang terbagi atas atribut yang bersifat kategorikal dan numerikal. Pengelompokkan ini bertujuan untuk melakukan proses fuzzifikasi pada atribut yang bersifat numerikal hingga dapat dibentuk suatu himpunan fuzzy yang kemudian dilakukan proses defuzzifikasi untuk mengembalikan atribut tersebut ke himpunan crisp sehingga setiap data pada atribut tersebut masuk kedalam satu kategori yang paling sesuai. Hasil akhir dari tahapan ini adalah terbentuknya suatu dataset yang terdiri atas data training dan data testing yang digunakan untuk proses pelatihan dan uji coba yang dilakukan pada tahapan selanjutnya.

C. Tahap Pembuatan Sistem

Tahapan ini terdiri atas beberapa rangkaian proses yang bertujuan untuk membuat suatu prototipe sistem yang dapat digunakan untuk mendeteksi penyakit sapi serta membantu peternak sapi dalam memberikan rekomendasi penanganan dini terhadap sapi yang mengalami suatu penyakit. Tahapan ini dimulai dengan penentuan arsitektur neural network yang meliputi penentuan jumlah node pada input layer berdasarkan atribut-atribut yang telah ditentukan pada tahapan sebelumnya, penentuan jumlah node pada hidden layer berdasarkan hasil dari proses uji coba berdasarkan skenario, dan penentuan jumlah node pada output layer berdasarkan jumlah penyakit yang menjadi kasus pada penelitian ini. Proses selanjutnya yaitu merancang desain prototipe sistem dengan menggunakan GUI Builder pada matlab, kemudian dilakukan proses uji coba berdasarkan skenario yang disusun, uji coba tersebut dilakukan melalui proses pelatihan sistem dengan menggunakan algoritma Backpropagation untuk mencari performa terbaik atau yang paling optimal dari sistem sehingga didapatkan parameter-parameter yang meliputi nilai learning rate, jumlah node pada hidden layer, serta bobot dan bias akhir yang optimal untuk diimplementasikan kedalam sistem.

D. Tahap Akhir

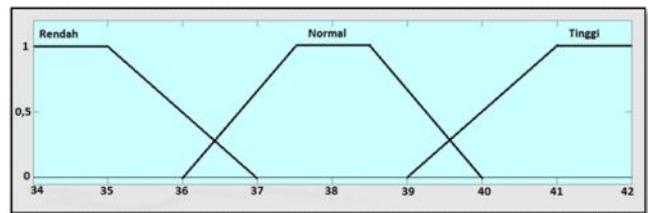
Pada tahapan ini dilakukan proses uji coba akhir sistem untuk mengetahui kehandalan dan keakuratan sistem dalam memprediksi penyakit sapi berdasarkan data testing yang telah dibentuk pada tahapan sebelumnya, sehingga dapat ditarik

suatu kesimpulan mengenai prototipe sistem cerdas yang telah dibangun.

III. DESAIN DAN IMPLEMENTASI

A. Data Input, Proses, dan Output

Data input atau atribut yang digunakan meliputi ciri atau gejala dari penyakit sapi yang menjadi studi kasus pada tugas akhir ini. Setiap penyakit sapi memiliki berbagai gejala tertentu, namun juga terdapat penyakit-penyakit sapi yang memiliki kemiripan pada beberapa gejalanya. Berdasarkan [11], maka didapatkan 17 gejala yang digunakan sebagai data input atau atribut yang seluruhnya telah mencakup kebutuhan dalam proses diagnosis atau pendeteksian tiga penyakit yang menjadi studi kasus pada penelitian ini. Berdasarkan data yang didapatkan, hanya satu atribut yang bersifat numerikal yaitu ‘Suhu Tubuh’ yang dapat dilakukan proses *fuzzifikasi* dan *defuzzifikasi* menjadi suatu kategori yang direpresentasikan kedalam suatu nilai untuk kemudian dilatih menggunakan ANN, sementara atribut lainnya bersifat kategorikal yang dapat langsung direpresentasikan kedalam suatu nilai atau angka. *Membership function* dari atribut ‘Suhu Tubuh’ dapat dilihat pada gambar 4 dimana domain dan kategori atribut tersebut ditentukan oleh narasumber atau pakar yang diwawancarai penulis.



Gambar 4. Membership Function Atribut Suhu Tubuh

Sehubungan dengan gambar 4 tersebut, maka membership function untuk masing-masing fuzzy set atau variabel fuzzy pada atribut ‘Suhu Tubuh’ tersebut yaitu ‘Rendah’, ‘Normal’, dan ‘Tinggi’ yang dihasilkan berdasarkan persamaan 1, 2, dan 3.

$$\mu_{Rendah}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 35 \\ (37-x) / 2; & 35 < x < 37 \\ 0; & x \geq 37 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{Normal}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 36 \text{ atau } x \geq 40 \\ (x-36) / 1,5; & 36 < x < 37,5 \\ 1; & 37,5 \leq x \leq 38,5 \\ (40-x) / 1,5; & 38,5 < x < 40 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{Tinggi}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 39 \\ (x-39) / 2; & 39 < x < 41 \\ 1; & x \geq 41 \end{cases} \quad (3)$$

Instance atau yang merupakan nilai dari masing-masing atribut adalah bervariasi dimana nilai suatu atribut dapat dikategorikan menjadi 2 kategori atau 3 kategori sesuai dengan pendapat narasumber atau pakar yang diwawancarai oleh penulis. Sedangkan banyaknya data yang akan diproses

pada tahap pelatihan serta tahap *testing* sejumlah 250 data, dengan rincian 230 data digunakan sebagai data *training* dan 20 data digunakan sebagai data *testing*. Data training digunakan untuk melatih sistem hingga memperoleh *weight* dan *bias* serta parameter lain yang optimal sehingga dapat digunakan untuk melakukan proses diagnosis. Sementara itu data *testing* digunakan untuk mengecek apakah sistem yang sudah dilatih tersebut sudah sesuai dengan hasil yang diharapkan. Output dari rangkaian proses dalam penelitian ini adalah berupa diagnosis masing-masing penyakit berdasarkan gejala atau atribut yang dimasukkan ke dalam prototipe sistem, serta rekomendasi atau cara penanganan sapi tersebut.

B. Arsitektur Neural Network

Arsitektur dari *neural network* atau jaringan syaraf yang digunakan pada penelitian ini meliputi 3 *layer* atau lapisan dengan rincian sebagai berikut, 1 *layer* sebagai *input layer*, 1 *layer* sebagai *hidden layer*, dan 1 *layer* sebagai *output layer*. Jumlah node pada *input layer* terdiri atas 17 node sesuai dengan jumlah data input atau atribut yang digunakan.

Penentuan jumlah node pada *hidden layer* harus dicari melalui *trial and error* berdasarkan hasil uji coba yang terdapat pada bahasan selanjutnya. Jumlah node yang akan digunakan adalah yang dapat menghasilkan performa yang paling baik diantara keseluruhan uji coba yang dilakukan, namun untuk penentuan jumlah node minimal *hidden layer* yang akan digunakan, didasarkan pada aturan Baum-Haussler dengan persamaan 4.

$$N_{hidden} = \frac{N_{train} * E_{tolerance}}{N_{pts} + N_{output}} \tag{4}$$

Dimana N_{train} = jumlah *epoch*, $E_{tolerance}$ = maksimal error, N_{pts} = jumlah data training, dan N_{output} = jumlah node output yang ada. Sehingga dari persamaan 23 tersebut didapatkan hasil untuk jumlah minimal node pada *hidden layer* adalah 4. Sementara untuk membatasi jumlah uji coba yang akan dilakukan terhadap jumlah node pada *hidden layer*, maka perlu dicari jumlah node maksimum yang dapat digunakan. Berdasarkan [12] maka dapat digunakan persamaan 7 untuk menentukan jumlah node maksimal yang dapat digunakan pada *single hidden layer*.

$$n_o + n_h(n_i + n_o + 1) \tag{7}$$

Dimana n_i adalah jumlah node pada *input layer*, n_h adalah jumlah node pada *hidden layer*, dan n_o adalah jumlah node pada *output layer*. Maka untuk $n_i = 17$, $n_o = 3$, dan 230 data training, maka didapatkan hasil bahwa n_h tidak boleh lebih dari 10, atau dengan kata lain jumlah node maksimum pada *hidden layer* adalah 10. Maka didapatkan jumlah node pada *hidden layer* yang akan diujicoba adalah berkisar antara 4 hingga 10 node.

Pada *output layer* terdiri atas 3 node sesuai dengan jumlah kelas atau pada kasus penelitian kali ini ialah jumlah penyakit yang terdiri atas penyakit mulut kuku, *mastitis*, dan *septicemia epizootica* atau penyakit ngorok.

C. Fungsi Pembelajaran

Pada implementasi algoritma pembelajaran backpropagation, fungsi pembelajaran yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Gradient Descent*, dimana untuk menggunakan fungsi ini adalah dengan menggunakan perintah *traingd*. Berdasarkan [13] beberapa parameter yang harus diset untuk pelatihan yaitu diantaranya:

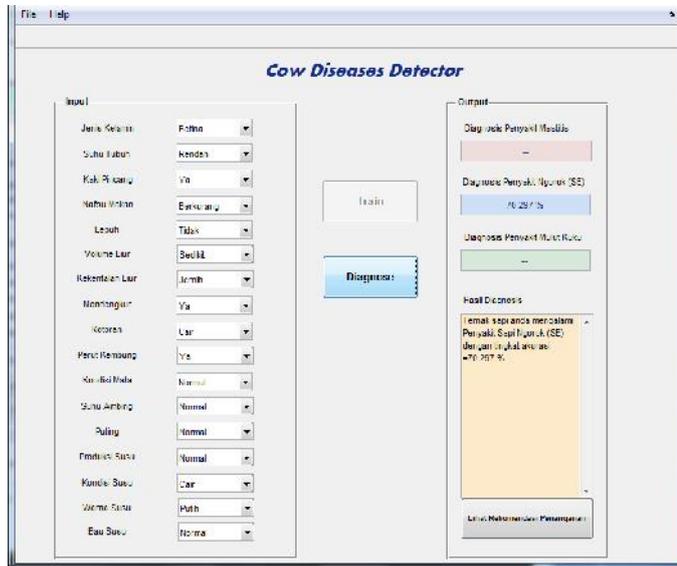
- *Epoch* merupakan jumlah iterasi yang dilakukan selama proses pelatihan pada matlab, jumlah *epoch* ditentukan untuk membatasi jumlah iterasi yang akan dilakukan, sehingga iterasi akan dihentikan apabila nilai *epoch* pelatihan melebihi dari yang ditentukan, pada pengerjaan penelitian kali ini jumlah *epoch* yang ditentukan adalah 1000.
- *Goal* merupakan suatu nilai dari *performance* yang ditentukan pada matlab. *Performance* merupakan suatu standar atau ukuran yang digunakan dalam mengukur tingkat *error* dalam matlab. Pada pengerjaan penelitian kali ini *performance* yang digunakan adalah *performance default* dari matlab yaitu *Mean Squared Error* (MSE), sehingga *goal* yang dimaksud disini adalah nilai dari MSE yang ingin dicari selama proses pelatihan. MSE tidak memiliki suatu standar khusus, semakin kecil atau mendekati nol suatu nilai dari MSE maka semakin baik hasil yang dicapai, oleh karenanya penulis menentukan nilai dari goal pada pengerjaan penelitian kali ini adalah 0. Persamaan 8 merupakan rumus dari MSE yang merupakan rata-rata absolut dari *error* yang dikuadratkan.

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^N |Y_{actual} - Y_{predict}|^2}{N} \tag{8}$$

- *Learning rate* atau laju pembelajaran adalah salah satu faktor yang dapat mempercepat atau menghambat proses pelatihan. *Learning rate* ditulis dengan simbol η , yang digunakan sebagai konstanta pengali untuk mengatur besarnya nilai penyesuaian bobot pada setiap langkah pelatihan. Nilai *learning rate* berpengaruh terhadap perubahan bobot dari satu iterasi ke iterasi selanjutnya. Semakin kecil nilainya, semakin kecil pula perubahan bobot yang terjadi. Namun jika *learning rate* yang digunakan terlalu kecil maka akan membuat jumlah iterasi semakin banyak sehingga mengakibatkan proses training menjadi lambat. Sebaliknya, kalau *learning rate* yang digunakan terlalu besar, proses training akan berjalan dengan cepat namun akan sulit mencapai titik minimum yang lebih dalam karena perubahan bobot yang terjadi terlalu besar. *Learning rate* yang biasa digunakan mempunyai rentang $0 < \eta < 1$. Sementara itu, penentuan *learning rate* yang optimal tidak terdapat cara perhitungan khusus melainkan melalui *trial and error*. Oleh karenanya parameter ini merupakan salah satu parameter yang akan diujicoba pada bahasan selanjutnya, dengan variasi nilai 0,1, 0,3, 0,6 dan 0,9.

D. Perancangan Prototipe Sistem

Prototipe sistem cerdas yang dibangun pada penelitian ini memiliki desain *interface* seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.

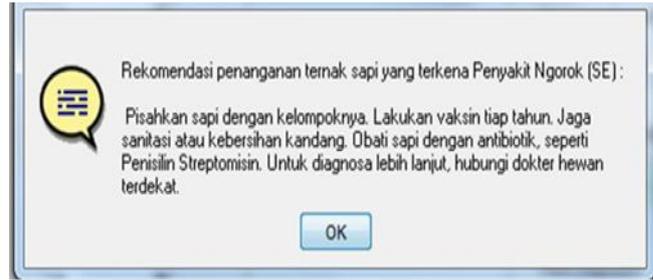


Gambar 5. Tampilan Awal Sistem

Setelah *user* atau pengguna memasukkan input berupa gejala-gejala penyakit sapi serta atribut pendukung lainnya, maka akan dilakukan proses training dengan nilai bobot, bias, dan parameter-parameter lainnya yang telah optimal dan teruji sebelumnya. Setelah mendapatkan parameter-parameter yang optimal, maka parameter tersebut disimpan dalam sistem. Proses training dilakukan dalam sistem untuk mempermudah dalam proses perbaruan atau pengaturan parameter maupun data yang digunakan. Setelah mendapatkan parameter-parameter yang optimal, maka parameter tersebut disimpan dalam sistem untuk digunakan dalam proses diagnosis penyakit sapi.

Untuk melakukan proses diagnosis hingga dapat menampilkan hasil pada sistem ini digunakan aturan jika keluaran atau output sistem baik satu atau lebih penyakit memiliki nilai lebih dari 50 % maka akan ditampilkan dalam sistem karena hal ini menandakan bahwa probabilitas ternak sapi mengalami atau menderita penyakit tersebut adalah lebih dari 50 % dan dapat dikatakan valid, sedangkan untuk satu atau lebih penyakit dengan nilai kurang dari 50 % maka tidak akan ditampilkan dalam sistem karena hal ini menandakan bahwa probabilitas ternak sapi mengalami atau menderita penyakit tersebut adalah kurang dari 50 % dan dapat dikatakan kurang valid. Tampilan sistem untuk hasil diagnosis seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.

Sementara untuk melihat rekomendasi penanganan yang dapat diberikan jika kondisi sapi mengalami penyakit juga sebatas pada satu penyakit dengan nilai akurasi tertinggi yang berarti kemungkinan sapi tersebut mengalami suatu penyakit adalah sangat besar dapat dilihat dengan menekan tombol *Lihat Rekomendasi Penanganan*. Tampilan sistem untuk rekomendasi penanganan seperti yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Rekomendasi Penanganan Sistem

IV. UJI COBA DAN ANALISIS

Pada tahap ini merupakan pelaksanaan uji coba validitas dengan menggunakan variasi parameter pada ANN yang akan dibagi menjadi beberapa skenario bergantung variasi dari nilai *learning rate* yang akan digunakan. Sedangkan banyaknya uji coba bergantung pada variasi jumlah node pada *hidden layer* yang akan digunakan. Oleh karenanya didapatkan jumlah skenario yang digunakan adalah 4 dengan variasi nilai *learning rate* sebesar 0,1, 0,3, 0,6, dan 0,9 dengan masing-masing skenario terdiri atas 7 uji coba dengan variasi jumlah node pada *hidden layer* sebanyak 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 node.

Hasil akhir dari keseluruhan uji coba yang dilakukan adalah mendapatkan nilai dari parameter-parameter yaitu jumlah node pada *hidden layer* dan nilai pada *learning rate* yang paling optimal dan sesuai untuk digunakan pada kasus penelitian ini. Berdasarkan hasil uji coba pada tiap skenario yang telah dilakukan, seperti yang ditampilkan pada tabel 1, bahwa pada skenario 4 uji coba ke-2 memiliki performa yang paling baik dengan menghasilkan nilai *Mean Squared Error* (MSE) yang terkecil dengan hasil sebesar 0,86%.

Tabel 1. Hasil Uji Coba Tiap Skenario

	Skenario 1 (Learning Rate = 0,1)	Skenario 2 (Learning Rate = 0,3)	Skenario 3 (Learning Rate = 0,6)	Skenario 4 (Learning Rate = 0,9)
Uji Coba 1 (Node Hidden Layer =4)	36,21%	13,16%	4,42%	3,23%
Uji Coba 2 (Node Hidden Layer =5)	12,98%	11,33%	4,79%	5,99%
Uji Coba 3 (Node Hidden Layer =6)	13,98%	4,87%	6,56%	1,72%
Uji Coba 4 (Node Hidden Layer =7)	10,55%	4,91%	9,35%	1,15%
Uji Coba 5 (Node Hidden Layer =8)	8,88%	6,83%	2,19%	6,36%
Uji Coba 6 (Node Hidden Layer =9)	11,79%	5,75%	1,91%	9,06%
Uji Coba 7 (Node Hidden Layer =10)	11,68%	4,80%	2,62%	0,87%

Sehubungan dengan hasil diatas, maka didapatkan parameter-parameter berupa bobot dan bias sesuai dengan arsitektur *neural network* yang digunakan pada uji skenario 4 uji coba ke-2, yaitu jumlah node pada *hidden layer* adalah sebanyak 10 node dan nilai pada *learning rate* adalah sebesar 0,9. Bobot

dan bias awal yang semulanya pada proses pelatihan menggunakan nilai *random*, maka setelah melalui proses analisis dan uji coba hingga menghasilkan performa yang terbaik, maka bobot dan bias akhir dari proses tersebut dijadikan bobot dan bias awal dalam arsitektur *neural network* yang digunakan dalam proses diagnosis. Maka setelah dilakukan proses pelatihan ulang dengan menggunakan parameter-parameter tersebut, maka didapatkan performa akhir yang menghasilkan nilai MSE akhir sebesar 0,00576 atau 0,58%.

Pada uji coba akhir sistem dilakukan proses validasi dengan uji coba pada data testing yang berjumlah 20 data. Uji coba dilakukan dengan menggunakan parameter-parameter tersimpan yang optimal berdasarkan hasil uji coba sebelumnya. Dari hasil uji coba ini dihasilkan bahwa prototipe sistem yang telah dibangun mampu mengeluarkan hasil yang valid karena telah mampu memprediksi dengan tepat keseluruhan penyakit sapi pada data testing data dengan tingkat kevalidan 100 % serta rata-rata tingkat akurasi yang mencapai 96,37%.

V. KESIMPULAN

Dari hasil uji coba yang dilakukan terhadap sistem, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan pada studi kasus tugas akhir ini, bahwa perubahan jumlah node pada *hidden layer* berpengaruh terhadap hasil atau nilai MSE yang dicapai, meskipun tidak secara signifikan. Sebaliknya, perubahan nilai pada *learning rate* berpengaruh secara signifikan terhadap hasil atau nilai MSE yang dicapai.
- Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan pada studi kasus tugas akhir ini, bahwa terdapat korelasi yang berbanding lurus antara jumlah node pada *hidden layer* dan nilai *learning rate* yang digunakan terhadap hasil MSE yang dicapai.
- Prototipe sistem yang telah dibangun pada tugas akhir ini menggunakan arsitektur 3 layer yang terdiri atas 1 *input layer* dengan 17 node, 1 *hidden layer* dengan 10 node, dan 1 *output layer* dengan 3 node, serta parameter nilai *learning rate* yang optimal sebesar 0,9.
- Prototipe sistem yang telah dibangun pada tugas akhir ini sesuai untuk digunakan dalam pendeteksian penyakit-penyakit sapi seperti Mastitis, Penyakit Ngorok (SE), dan Penyakit Mulut Kuku, serta dapat memberikan rekomendasi penanganan dini kepada peternak sapi terkait penyakit tersebut, karena prototipe sistem yang telah dibangun memiliki performa *Mean Squared Error* (MSE) yang cukup baik yaitu sebesar 0,58 % yang mampu menghasilkan keluaran yang valid berdasarkan hasil uji coba terhadap data testing dengan tingkat kevalidan 100 %.

Sehubungan dengan kesimpulan tersebut, maka saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian lebih lanjut yaitu, dengan arsitektur *neural network* yang telah dibangun saat ini,

dimungkinkan pengembangan sistem yang dapat mempertimbangkan hasil lebih dari satu penyakit sapi atau komplikasi penyakit sapi dengan penambahan data *training* yang sesuai, serta dapat ditambahkan pula jenis penyakit sapi yang memiliki gejala-gejala penyakit serta atribut pendukung lainnya yang memiliki kemiripan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purwanto, G. D. *Penerapan Algoritma Artificial Neural Network Pada Sistem Cerdas Untuk Pendeteksian Dan Penanganan Penyakit Sapi*. Surabaya: Jurusan Sistem Informasi FTIf ITS Surabaya, (2011).
- [2] Sunari, A. Naskah Kebijakan (Policy Paper): Strategi dan Kebijakan dalam Percepatan Pencapaian Swasembada Daging Sapi 2014. Jakarta: Direktorat Pangan dan Pertanian BAPPENAS, (2010).
- [3] Ditjennak. Statistik Peternakan 2009. Direktorat Jenderal Peternakan, Kementerian Pertanian Republik Indonesia, (2010).
- [4] Ditjennak. (2009). Direktorat Kesehatan Hewan. Diakses pada 15 Februari, 2012, dari Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan: <http://www.ditjennak.go.id/d-keswan.asp>
- [5] Uzoka, F. E; Osuji, J; Obot, O. Clinical decision support system (DSS) in the diagnosis of malaria: A case comparison of two soft computing methodologies. *Expert Systems with Applications* 38: (2011)1537-1553.
- [6] Fullèr, R. *Neural Fuzzy Systems*. °Abo Akademi University, (1995).
- [7] Hayashi, Y. Neural Expert System Using Fuzzy Teaching Input and Its Application to Medical Diagnosis . *Information Sciences* , (1994)47-58.
- [8] Kahramanli, H., & Allahverdi, N. Design of a hybrid system for the diabetes and heart diseases. *Expert Systems with Applications*, (2008) 35 , 82-89.
- [9] Chowdury, S.R., & Saha, H. Development of a FPGA based fuzzy neural network system for early diagnosis of critical health condition of a patient. *Computers in Biology and Medicine* 40, (2010)190-200.
- [10] Li, L., Liqing, H., Hongru, L., Feng, Z., Chongxun, Z., Pokhrel, S., et al. The Use of Fuzzy BackPropagation Neural Networks for the Early Diagnosis of Hypoxic Ischemic Encephalopathy in Newborns. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, (2011).
- [11] Darminto, Penentuan Atribut, Nilai, dan Penanganan Penyakit Mulut Kuku, SE, dan Mastitis pada Ternak Sapi. (A. Fauqy, Interviewer), (2012).
- [12] Chattopadhyay,S.,& Chattopadhyay,G. Identification of the best hidden layer size for three-layered neural net in predicting monsoon in rainfall in India. *Journal of Hydroinformatics* 10.2, (2008)181-188.
- [13] Kusumadewi, S. *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab dan Excel Link*. Graha Ilmu: Jogjakarta, (2004).